

PRAKTYCZNY

ELEKTRONIK

NR IND 372161

cena 9000zł

LUTY **NR 2**

Elementy półprzewodnikowe – teoria i praktyka

Wśród wielu elementów elektronicznych elementy półprzewodnikowe zajmują szczególne miejsce. Jak i dlaczego do tego doszło? Na pierwszą część pytania odpowiedź może dać wycieczka w przeszłość ilustrowana zestawem dat i faktów:

1833 – J. J. Berzelius wyodrębnił krzem (Si) – obecnie podstawowy materiał w elektronice,

1874 – M. Faraday zwrócił uwagę na zwiększanie się przewodności niektórych materiałów w miarę wzrostu temperatury (były to, jak się później okazało półprzewodniki). Dla porównania – przewodność metali (przewodników) maleje ze wzrostem temperatury,

1874 – F. Braun zaobserwował zjawisko prostowania w kryształach karborundu i pirytu,

1886 – J. J. Winkler wyodrębnił german (Ge), który odegrał decydującą rolę w początkowym okresie rozwoju elektroniki półprzewodnikowej.

1886 – C. E. Fritts zbudował selenowy prostownik prądu małej częstotliwości,

1895 – A. S. Popow i 1896 – G. Marconi wykorzystali odkrycie Brauna w pierwszych nadajnikach i odbiornikach radiowych,

Początek XX-go wieku – powstanie detektora kryształkowego – pierwszej diody ostrzowej,

Okres od 1904 r. do II Wojny Światowej – dynamiczny rozwój elektroniki lampowej zapoczątkowany wynalezieniem diody (J. A. Fleming) i triody (L. de Forest w 1906 r.),

II Wojna Światowa – powstanie mikrofalowych diod krzemowych dla potrzeb techniki radarowej. Dioda próżniowa nie była w stanie sprostać wymaganiom ze względu na zbyt długi czas przelotu elektronów i zbyt dużą pojemność między katodą a anodą,

1948 – J. Bardeen i W. Brattain wynaleźli tranzystor,

1948 – W. Shockley podał teorię działania złącza p-n i tranzystora,

1956 – autorzy epokowego przełomu 1948 r. otrzymali nagrodę Nobla.

Konsekwencją odkryć, które nastąpiły 45 lat temu stał się burzliwy rozwój różnego rodzaju elementów półprzewodnikowych, a przede wszystkim powstanie mikroelektroniki. I tutaj tkwi m.in. odpowiedź na drugą część naszego pytania: miniaturyzacja jako stała cecha rozwoju współczesnej elektroniki była by niemożliwa bez półprzewodników.

Co to są półprzewodniki?

Półprzewodniki – to krystaliczne ciała stałe charakteryzujące się tym, że ich przewodność elektryczna:

- zawiera się w (umownie określonych) granicach od 10^7 do 10^{-8} (om/cm),

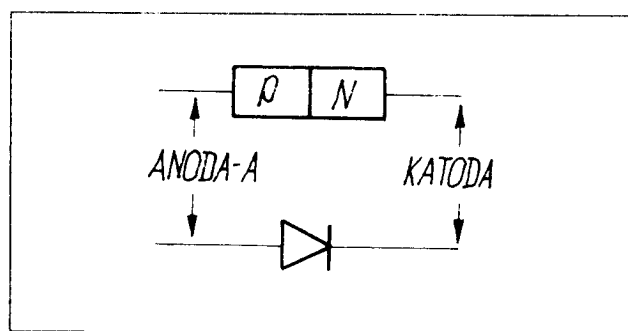
- rośnie szybko w szerokim zakresie wraz z temperaturą,

- wskazuje dużą zależność od bardzo małych wielkości niektórych domieszek, co daje możliwość jej regulowania. Na przykład dodanie arsenu do kryształu czystego półprzewodnika (germanu lub krzemu) tworzy półprzewodnik typu n. Dodanie indu powoduje utworzenie półprzewodnika typu p. Ilość 10 do potęgi 16-tej atomów domieszki w 1 cm^3 krzemu powoduje zwiększenie jego przewodności o ok. 100 tys. razy.

Elementy wykonywane z półprzewodników stanowią wielką rodzinę, która ciągle się powiększa. Są tu diody, tranzystory, tyrystory, fotodiody, fototranzystory, diody świecące, hallotrony, lasery półprzewodnikowe, czujniki temperatury, ciśnienia, promieniowania jonizującego itd.

Niektórym z tych elementów będą poświęcone kolejne artykuły tytułowego cyklu. Rozpoczynamy od diod.

Dioda – z greckiego (di-dwa razy + hodos-droga) jest elementem o rezystancji zależnej od kierunku przepływu prądu: dla kierunku przewodzenia jest ona bardzo mała, a dla kierunku zaporowego bardzo duża. Powszechnie używane oznaczenia diody przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Złącze p – n i symbol diody

Elektrody anoda i katoda są skojarzone z biegunowością napięcia zasilającego, dla kierunku przewodzenia: anoda z "plusem", a katoda z "minusem".

Ciąg dalszy na str. 21

PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

LUTY NR 2/93

SPIS TREŚCI

Elementy półprzewodnikowe – teoria i praktyka	2
Cyfrowy odczyt częstotliwości na zakresie UKF-FM	4
Cyfrowy miernik wzmacnienia prądowego tranzystorów cz. 2	7
Miliwoltomierz z układem ICL 7107	10
Zegar cyfrowy z układem MC 1206 cz. 1	14
Podgrzewane lusterka w samochodzie	20
Generator pasów kolorowych systemu PAL – powtórka	22

W NASTĘPNYM NUMERZE:

Zegar – dokończenie
Betametr – automatyka
Dekodery PAL
Wylłącznik zmierzchowy
Przedwzmacniacz gramofonowy

Wtyłki drukowane wysyłane są w terminie do dwóch tygodni za zaliczeniem pocztowym. Koszt wysyłki 15000 zł przy kwocie do 50000 zł; 18000 zł przy kwocie do 100000 zł; 24000 zł przy kwocie powyżej 100000 zł.

Wydawca ARTKELE – Zielona Góra

Ogłoszenia i Reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto ELEKTRA – ZAKŁAD ELEKTRONICZNY ul. Olbrychta 10 Zielona Góra, BANK SPÓŁDZIELCZY Zielona Góra nr 997283-102847-2541.

Ceny:

- 1 cm² ogłoszenia ramkowego 6000 zł (najmniejsze ogłoszenie 15 cm²)
 - ogłoszenia drobne do 40 słów 4000 zł za słowo
- Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść ogłoszenia.

Adres:

Redakcja "Praktyczny Elektronik"
ul. Olbrychta 10
tel. 58-84, 43-12
65-001 Zielona Góra,

Red. Naczelny inż. Dariusz Cichoński

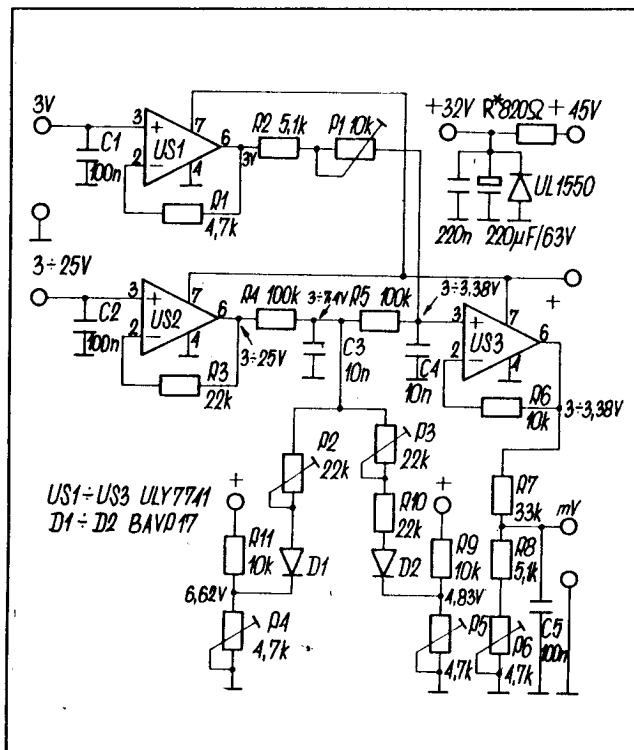
Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiestacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczonych w "Praktycznym Elektroniku" mogą być wykorzystywane wyłącznie dla potrzeb własnych. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów "Praktycznego Elektronika" – możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

Cyfrowy odczyt częstotliwości na zakresie UKF – FM

Wiele produkowanych obecnie odbiorników radiowych wyposażonych jest w cyfrowy odczyt częstotliwości. Zastosowane przy tym rozwiązania układowe są bardzo różne. Artykuł ten omawia jeden z prostych sposobów zrealizowania cyfrowego odczytu częstotliwości odbieranej stacji na zakresie UKF. Układ ten można zastosować w odbiornikach z głowicą UKF przestrajaną za pomocą diod pojemnościowych.

Nowoczesne głowice radiowe pracujące na zakresie UKF przestrajane są przy pomocy warikapów, czyli diod pojemnościowych, w których pojemność zależy od przyłożonego pomiędzy anodę i katodę napięcia stałego. Tak więc głowica taka jest przestrajana napięciem stałym pobieranym z precyzyjnego potencjometru. Napięcie to jest regulowane w zakresie $3 \div 25$ V, przy czym napięciu 3 V odpowiada najniższa częstotliwość odbieranego sygnału, a napięciu 25 V najwyższa. Wymagania na stałość napięcia zasilającego warikapy są bardzo wysokie, dlatego też do potencjometru doprowadzane jest napięcie ze specjalnego stabilizatora.



Rys. 1 Schemat ideowy układu odczytu częstotliwości

W krajowych radioodbiornikach jest to najczęściej układ scalony (skompensowana termicznie dioda Zenera) UL 1550. Zapewnia on na swoich zaciskach napięcie z zakresu: $31 \div 32,3$ V dla grupy I, $31,8 \div 34,2$ V dla grupy II i $33,8 \div 35$ dla grupy III, przy prądzie 5 mA. Rezystancja dynamiczna wynosi typowo 10Ω , a temperaturowy współczynnik stabilizacji napięcia zawiera się w przedziale $-1 \times 10^{-4} \div 0,5 \times 10^{-4}$ V/°C.

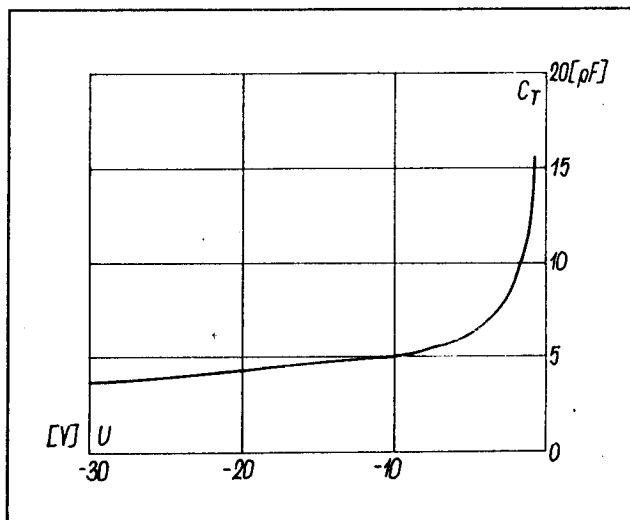
Zależność pojemności warikapu od napięcia jest nieliniowa, przykładową charakterystykę takiej diody przedstawiono na rys. 2. Z tej przyczyny także charakterystyka przestrajania głowicy jest nieliniowa w funkcji napięcia strojącego, chociaż nieliniowość ta jest znacznie mniejsza niż w przypadku charakterystyki samej diody. Wynika to ze wzoru na częstotliwość obwodu rezonansowego, w którym pojemność jest umieszczona w mianowniku.

Z powyższych wywodów można już określić sposób w jaki przeprowadza się pomiar częstotliwości. Jest to po prostu pomiar napięcia sterującego warikapami. Aby odczyt częstotliwości był dokładny konieczne jest jednak skompensowanie nieliniowości przestrajania. Opisany poniżej układ służy właśnie do tego celu.

Opis układu

Zasadniczym zadaniem układu jest przetworzenie napięcia wejściowego z zakresu $3 \div 25$ V na napięcie $655 \div 740$ mV, co pozwala na bezpośredni pomiar miliwoltomierzem cyfrowym. Jako miliwoltomierz można wykorzystać układ opisany w PE nr. 4/92, lub 2/93.

Układ scalony US2 do wejścia którego doprowadzono napięcie sterujące pracą warikapów spełnia funkcję wtórnik o bardzo dużej rezystancji wejściowej. Jest to niezbędne z uwagi na dużą (typowo $100 \text{ k}\Omega$) rezystancję potencjometrów używanych do przestrajania głowicy. Rezystor R3 minimalizuje dryft temperaturowy napięcia niezrównoważenia wzmacniacza.



Rys. 2 Charakterystyka pojemności warikapu w funkcji napięcia

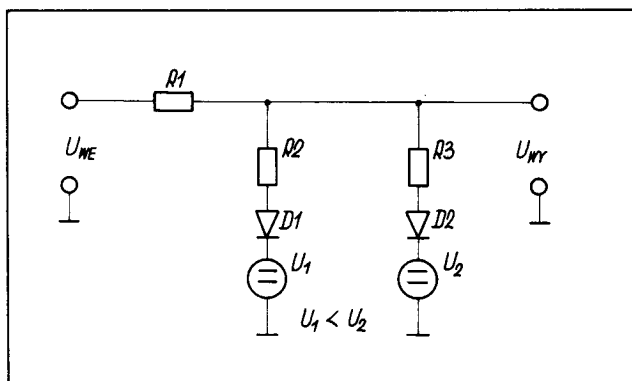
Na wyjściu US2 umieszczono układ kompensacji nieliniowości przestrajania. W skład tego układu wchodzi: R4, P2, D1, P3, R10, D2, oraz regulowane źródła napięciowe R11, P4 i R9, P5 (należy pamiętać, że nie są to idealne źródła napięciowe, ale dla poprawnej pracy układu nie ma to znaczenia).

Układ ten daje charakterystykę odcinkowo liniową o trzech odcinkach, których nachylenie zależy od stosunku rezystancji R_4 do rezystancji P_2 , P_3 , punkty załamania określone są zaś przez napięcia na katodach diod D_1 i D_2 .

W celu wyjaśnienia pracy takiego układu posłużymy się rysunkiem (rys. 3). Dla napięć wejściowych z przedziału $0 \div U_1$ (dla uproszczenia przyjęto spadek napięcia na przewodzącej diodzie równy zeru) napięcie na wyjściu układu rośnie zgodnie z napięciem wejściowym (układ nie wprowadza tłumienia sygnału). W tym zakresie nachylenie charakterystyki wynosi 1. Dzieje się tak dlatego, gdyż diody D_1 i D_2 są zablokowane, co powoduje "wyłączenie" rezystorów R_2 i R_3 z układu.

Po przekroczeniu napięcia U_1 dioda D_1 zaczyna przewodzić prąd, tworząc w ten sposób dzielnik napięcia składający się z rezystorów R_1 i R_2 . Sytuacja taka utrzymuje się, aż do momentu w którym napięcie wyjściowe osiągnie wartość równą U_2 co odpowiada napięciu wejściowemu $(U_2 - U_1) \cdot ((R_1 + R_2)/R_2)$. Nachylenie charakterystyki w tym przedziale wynosi $R_2/(R_1 + R_2)$.

Dla napięć wejściowych powyżej wartości $(U_2 - U_1) \cdot ((R_1 + R_2)/R_2)$ zaczyna przewodzić druga dioda. Powoduje to włączenie w obwód rezystora R_3 . Daje to w efekcie dalszy spadek nachylenia charakterystyki do wartości $(R_2 \cdot R_3)/(R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3)$.



Rys. 3 Diodowy układ formujący

Z przykładowej charakterystyki widać, co powiedziano już wcześniej, że nachylenie odcinków II i III można regulować wartościami rezystorów R_2 i R_3 , a punkty załamania wartościami napięć U_1 i U_2 . W praktyce uwzględnić trzeba jeszcze spadek napięcia na diodach, oraz ich rezystancję dynamiczną zwłaszcza w pobliżu napięć odcięcia. W rzeczywistej charakterystyce pracy takiego układu załamania pomiędzy odcinkami są łagodniejsze niż przedstawiono to na rysunku.

Z wyjścia układu korekcji liniowości sygnał poprzez dzielnik napięciowy R_5 , R_2 i P_1 sygnał doprowadzony jest do kolejnego wtórника napięciowego. Na jego wyjściu umieszczono potencjometr regulacji czułości P_6 .

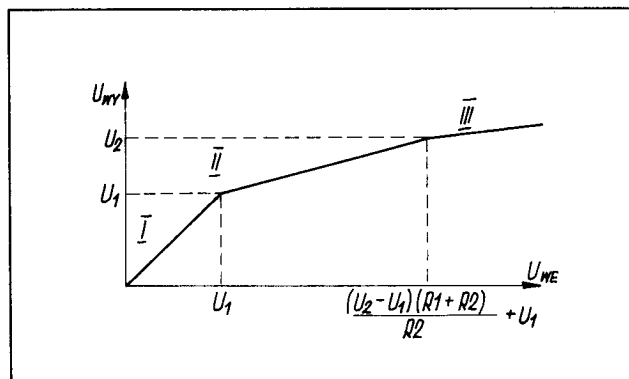
Układ US_1 dostarcza napięcia odniesienia dla dzielnika napięciowego R_5 , P_1 i R_2 . Pracuje on podobnie jak pozostałe układy jako wtórnik napięciowy. Kondensatory $C_1 \div C_5$ służą do eliminacji zakłóceń.

Szeroki zakres napięć wejściowych wymusił zasilanie układu napięciem $+32$ V względem masy. Pobór mocy przez cały układ jest na tyle mały, że można go zasiląć z diody stabilizującej napięcie sterujące warikapami.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu nie nastręcza żadnych trudności. Podłączenie do tunera należy rozpocząć od napięcia zasilania. Na rys. 1 umieszczono fragment schematu zasilacza stabilizującego napięcie zasilające warikapów (układ ten znajduje się w tunerze). Po dołączeniu układu doświadczalnie trzeba dobrać wartość rezystora R^* , tak aby napięcie na stabilizatorze UL 1550 miało wartość taką samą jak bez dołączonego układu. W większości przypadków do istniejącego rezystora wystarczy przyłutować drugi rezystor o wartości 1 k Ω .

Następnie do wejścia oznaczonego na schemacie " $3 \div 25$ V" doprowadzamy napięcie z suwaka potencjometru strojenia (napięcie doprowadzane do warikapów). Wejście " 3 V" łączymy z nóżką potencjometru strojenia na której jest niższe napięcie (wynosi ono z reguły ok. $2,5 \div 4$ V). Do wyjścia układu dołączamy miliwoltomierz o zakresie 999 mV, np. zbudowany na układzie C520 D, lub ICL 7106, 7107.



Rys. 4 Charakterystyka układu z rys. 3

Potencjometry P_1 , P_4 , P_5 ustawiamy w pozycji największej rezystancji, a P_2 i P_3 w pozycji najmniejszej rezystancji.

Pokrętką strojenia ustawiamy najniższe napięcie warikapowe (odpowiada to częstotliwości $65,5$ MHz). Potencjometrem P_6 ustawiamy wskazania woltomierza na 655 mV. Następnie dostrajamy tuner do częstotliwości stacji 68 MHz, korzystając z fabrycznej skali lub "łapiąc" stację, która nadaje na pobliskiej częstotliwości. Można w tym celu skorzystać z wykazu stacji podanym na końcu artykułu. Potencjometrem P_1 ustawiamy teraz wskazania woltomierza na wartość 680 mV, jeżeli tuner był dostrojony do znaku 68 MHz na skali, lub na wartość napięcia odpowiadającą częstotliwości odbieranej stacji. Na przykład dostrajamy tuner do programu drugiego nadawanego przez Łódź i ustawiamy wartość napięcia równą 685 mV (patrz wykaz stacji).

Następnie ustawiamy wskazówkę na 70 MHz, lub pobliską stację. Wskazania woltomierza powinny być

większe niż wynika to z dostrojenia tunera. Kręcąc potencjometrem P4 regulujemy wskazania na 700 mV, lub na wartość częstotliwości odbieranej stacji.

Podobną procedurę przeprowadzamy dla częstotliwości 72 MHz. Z tym, że w pierwszej kolejności potencjometrem P2 ustawiamy 720 mV, a następnie potencjometr P5 przekręcamy w przeciwne skrajne położenie, wskazania woltomierza znacznie obniżą się. Kręcąc potencjometrem P5 (bardzo wolno) z powrotem ustawiamy 720 mV. W trakcie regulacji w miarę obrotu P5 wskazania rosną, aż do wartości 720 mV, kręcąc dalej nie uzyskamy już żadnego wzrostu napięcia. Regulację należy zakończyć dokładnie na progu kiedy osiągniemy 720 mV.

Na koniec ustawiamy maksymalne napięcie wariakowe i potencjometrem P3 regulujemy napięcie na 740 mV.

Jeszcze kilka uwag praktycznych. Po każdej regulacji warto "wrócić" na niższe częstotliwości i sprawdzić, czy wskazania woltomierza zgadzają się ze skalą, lub częstotliwością stacji. Jeżeli nie, to regulację rozpoczynamy od nowa. Układ pokazuje częstotliwość odbieranej stacji z dokładnością ± 100 kHz, pod warunkiem dokładnej regulacji.

Życzę przyjemnego "kręcenia" i cierpliwości, a wynik powinien być zadowalający.

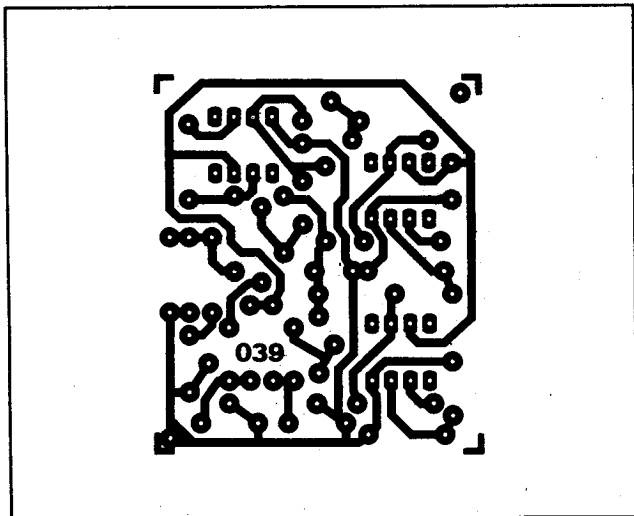
Wykaz częstotliwości stacji nadających program Polskiego Radia na zakresie UKF

1. Białystok	II 70,01 H	11. Kudowa Zdrój	II 68,51 H	21. Siedlce	II 70,22 V
	III 72,02		III 65,90		III 66,41
	IV 72,80	12. Lublin	II 69,92 V		IV 68,03
2. Bydgoszcz	II 68,96 H		III 71,81	22. Suwałki	II 68,60 V
	III 71,84		IV 72,59		III 71,12
	IV 72,62	13. Łódź	II 68,51 H		IV 72,68
3. Częstochowa	II 68,96 V		III 72,23	23. Szczecin	II 68,78 H
	III 66,23		IV 73,01		III 66,74
	IV 67,79	14. Olsztyn	II 69,56 H		IV 67,52
4. Gdańsk	II 70,31 H		III 67,25	24. Warszawa	II 69,20 H
	III 66,29		IV 70,79		III 71,45
	IV 67,85	15. Opole	II 72,89 H		IV 67,94
5. Jelenia Góra	II 71,72 kołowa		III 66,77	25. Wrocław	II 70,67 H
	III 68,78		IV 70,31		III 72,11
6. Katowice	II 68,33 H	16. Piła	II 69,38 H		IV 71,33
	III 65,99		III 72,02	26. Zakopane	II 70,31 H
	IV 67,55		IV 72,80		III 71,45
7. Kielce	II 70,49 H	17. Płock	II 68,72 V	27. Zamość	II 69,38 V
	III 72,71		III 70,97		III 66,68
	IV 71,15		IV 72,53		IV 67,61
8. Kłodzko	II 67,64 H	18. Poznań	II 69,74 H	28. Zgorzelec	II 68,24 V
	III 69,74		III 66,56		III 69,56
	IV 72,44		IV 67,40		IV 67,46
9. Koszalin	II 69,92 V	19. Przemyśl	II 68,60 V	29. Zielona Góra	II 69,19 H
	III 66,95		III 71,69		III 71,72
	IV 67,73		IV 72,41		IV 72,50
10. Kraków	II 68,75 H	20. Rzeszów	II 68,24 V	Częstotliwości podano w MHz, H – polaryzacja pozioma V – polaryzacja pionowa	
	III 66,89		III 65,90		
	IV 67,67		IV 67,46		

Wykaz częstotliwości stacji Czeskich i Słowackich

1. Banská Bystrica	69,68	3. Brno	66,20	5. Hradec Králové	66,44
	70,94		69,86		68,00
	72,50		71,87		69,35
2. Bratislava	67,76	4. České Budějovice	67,61	6. Jeseník	67,10
	68,84		70,07		68,66
	71,12		71,63		70,16

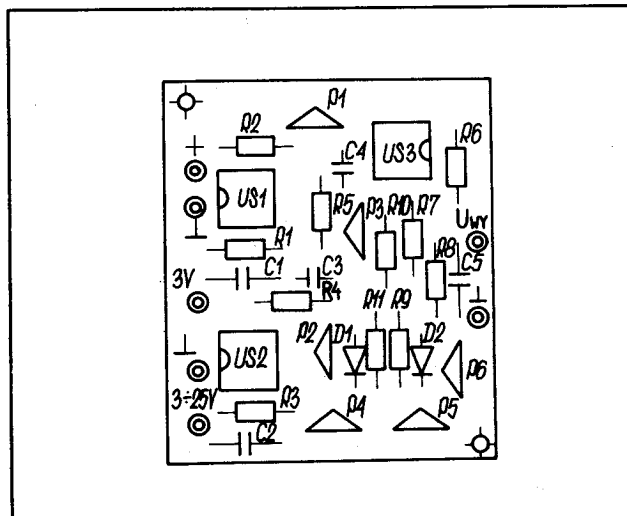
7. Kosice	66,38	10. Plzen	67,34	13. Usti nad Labem	69,26
	67,94		69,56		70,58
	68,87		70,34		72,20
8. Liberec	69,98	11. Poprad	67,28	14. Zilina	69,50
	72,74		68,06		70,82
9. Ostrava	66,32	12. Praha	69,20		71,60
	67,88		66,83		
	69,08		68,96		
			70,85		



Rys. 5 Schemat płytki drukowanej

Wykaz elementów

US1	- ULY 7741 (μ A 741)
D1, D2	- BAVP 17÷21 (1N4148)
R1	- 4,7 k Ω /0,125 W
R2, R8	- 5,1 k Ω /0,125 W
R3, R10	- 22 k Ω /0,125 W
R4, R5	- 100 k Ω /0,125 W
R6	- 10 k Ω /0,125 W
R7	- 33 k Ω /0,125 W
R9, R11	- 10 k Ω /0,125 W



Rys. 6 Rozmieszczenie elementów

C1, C2, C5 - 100 nF/100 V typ MKSE-018-02
 C3, C4 - 10 nF typ KFP
 P1 - 10 k Ω typ TVP 1232 "stojący"
 P2, P3 - 22 k Ω typ TVP 1232 "stojący"
 P4, P5, P6 - 4,7 k Ω typ TVP 1232 "stojący"
 płytką drukowaną numer 039

Płytką drukowaną wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.
 Cena 4200 zł + koszt wysyłki.

◇ D. C.

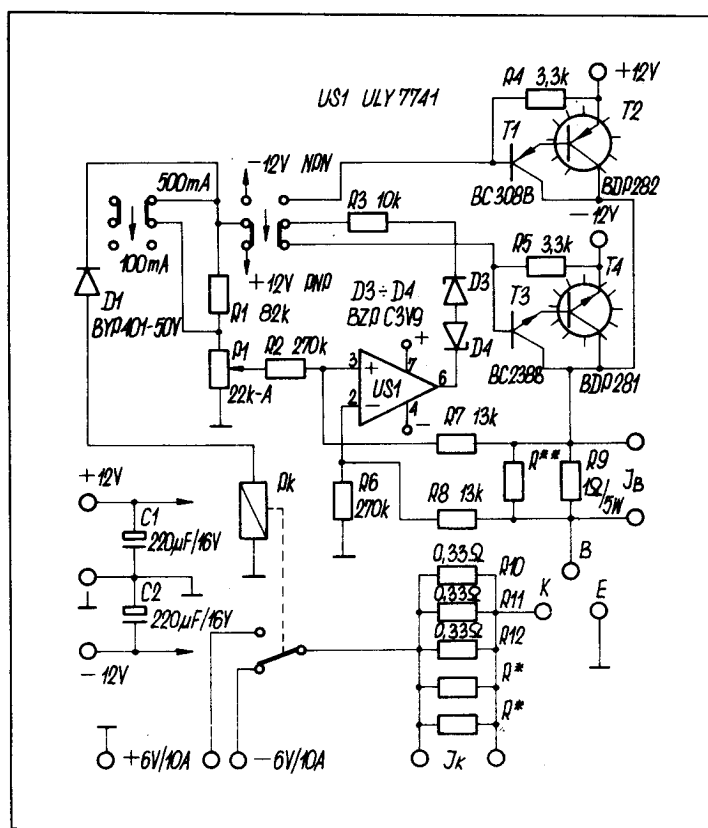
Cyfrowy miernik wzmocnienia prądowego tranzystorów cz. 2

W stopniach końcowych wzmacniaczy mocy stosuje się najczęściej "parowane" tranzystory mocy. Dobieranie w parę tranzystorów dotyczy zarówno tranzystorów o tym samym typie przewodnictwa, jak i przeciwnym. Współczynnik wzmocnienia prądowego dwóch tranzystorów stanowiących parę nie powinien się różnić o więcej jak 15%. Opisany w poprzednim numerze PE układ nie pozwala na dobieranie w parę tranzystorów mocy, gdyż nie pozwala na pomiar współczynnika wzmocnienia przy prądzie kolektora powyżej jednego ampera. Ponadto pomiar tranzystora powinien odbywać się w okre-

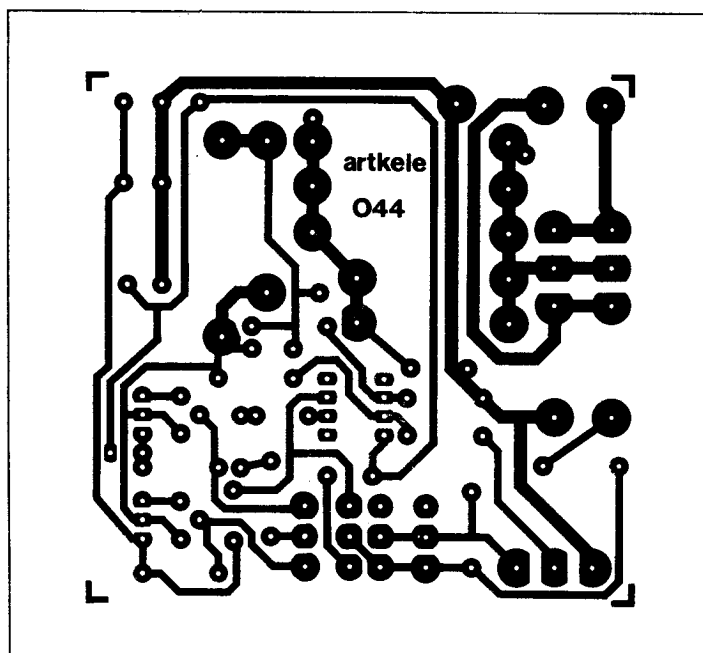
ślonym punkcie pracy, tzn przy stałym napięciu kolektor - emiter, oraz przy stałym prądzie kolektora. Wówczas bowiem możemy porównać dwa tranzystory ze sobą.

Opis układu

Prezentowany układ pozwala na pomiar tranzystorów w zakresie prądów kolektora do 10 A. Aby osiągnąć tak duży prąd konieczne jest odpowiednie wystrojenie bazy badanego tranzystora. Dlatego też zaprojektowano regulowane źródło prądowe dostarczające prąd bazy w zakresie 0÷500 mA.



Rys. 1 Schemat ideowy betametry



Rys. 2 Schemat płytki drukowanej

Układ posiada także możliwość zmiany kierunku prądu bazy, przy pomocy przełącznika, co pozwala na badanie tranzystorów npn i pnp.

Źródło prądowe pracuje w układzie Howlanda z wykorzystaniem wzmacniacza operacyjnego US1. Prąd wypływający ze źródła jest regulowany napięciem stałym dostarczanym z potencjometru P1. W układzie Howlanda stosuje się dodatnie (rezystory R8 i R6) i ujemne (rezystory R7 i R2) sprzężenie zwrotne, które powoduje utrzymanie stałego spadku napięcia na rezystorze R9. Tak więc prąd wypływający ze źródła nie zależy od rezystancji obciążenia.

Tranzystory T1, T2 i T3, T4 spełniają rolę wzmacniaczy prądowych. Odwracają one fazę sygnału, dlatego też wejścia wzmacniacza operacyjnego zamienione są miejscami. Wejście nieodwracające wzmacniacza $\mu A 741$ (nóżka 3 US1) jest w tym układzie wejściem odwracającym. Tak samo dzieje się z drugim wejściem wzmacniacza.

Prąd obciążenia I_L można obliczyć na podstawie wzoru:

$$I_L = \frac{U_s \cdot R7}{R9 \cdot R2},$$

gdzie U_s napięcie sterujące (na suwaku potencjometru)

Powyższy wzór obowiązuje przy spełnieniu warunku równości rezystancji w mostku: $R2 = R6$, $R7 = R8$. Konieczne jest też, aby suma rezystancji R7 i R2 była dużo większa od rezystancji R9.

W układzie zastosowano przełącznik pozwalający zmieniać kierunek prądu wypływającego ze źródła. Zmienia on polaryzację napięcia sterującego wzmacniacz operacyjny i równocześnie dołącza odpowiednie tranzystory do wyjścia wzmacniacza. Ten sam przełącznik steruje cewką przekaźnika doprowadzając napięcie o odpowiedniej polaryzacji do kolektora badanego tranzystora.

Diody Zenera umieszczone na wyjściu wzmacniacza przesuwają składową stałą napięcia wyjściowego i pozwalają na pracę w zakresie liniowym wzmacniacza (eliminuje to pracę w pobliżu nasycenia).

Rezystor R9 umożliwia pomiar prądu bazy badanego tranzystora, a rezystory R10, R11, R12 pomiar prądu kolektora.

Przełącznik 500 mA/100 mA pozwala na zmianę zakresu prądu bazy. Ułatwia to regulację tego prądu przy jego małych wartościach.

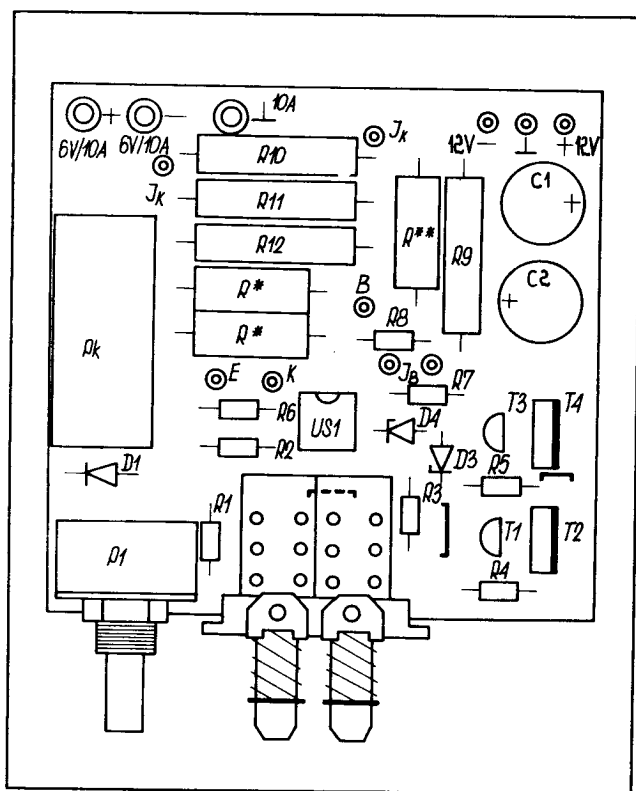
Układ jest zasilany napięciem stabilizowanym ± 12 V, z zasilacza o wydajności prądowej większej niż 500 mA. Do badanego tranzystora doprowadzone jest napięcie ± 6 V. Wydajność prądowa zasilacza powinna w tym przypadku wynosić 10 A. Wskazana jest stabilizacja tego napięcia.

Montaż i uruchomienie

Na płycie drukowanej zamontowano wszystkie elementy wraz z przełącznikami typu ISOSTAT i potencjometrem P1. Tranzystory T2 i T4 powinny być przyłączone do niewielkiego wspólnego radiatora. Tranzystorów nie trzeba odizolowywać elektrycznie od radiatora (kolektory są połączone razem).

Wartość rezystora R9 powinna wynosić 1 Ω. Rezystor dodatkowy R** pozwala na skorygowanie tej wartości. Kontrolę najprościej przeprowadzić dołączając amperomierz (o zakresie 1 A) pomiędzy wyjście układu B, a masę. Woltomierz podłączamy do wyjść I_B (zakres 1 V). Następnie ustawiamy wartość prądu źródła, regulując potencjometrem P1, na 500 mA. Woltomierz powinien wskazać 500 mV.

Podobnie postępujemy w przypadku rezystorów kolektorowych. Amperomierz (zakres 20 A) łączymy przez rezystor 1 Ω z masą. Rezystor ten ograniczy prąd do ok. 5,5 A. Woltomierz (zakres 1 V) podłączamy do wyjść I_K. Wskazania obu przyrządów powinny być zgodne. Np. jeżeli amperomierz wskaże wartość 5,27 A, to woltomierz powinien wskazać 527 mV. Rezystory R* umożliwiają korekcję wypadkowej rezystancji.



Rys. 3 Montaż elementów

W przypadku stosowania miliwoltomierzy opisanych w PE ich masy muszą być odizolowane elektrycznie od masy układu, gdyż żadne z wyjść pomiarowych nie znajduje się na potencjale masy.

Zastosowanie rezystorów R10, R11, R12 pozwala na pomiar prądu kolektora przy pomocy miliwoltomierza.

Posiadając jednak amperomierz o odpowiednim zakresie można nie montować tych rezystorów przeprowadzając pomiary prądu kolektora przy pomocy amperomierza, który podłącza się do zacisków I_K.

Pomiar współczynnika wzmocnienia prądowego przeprowadza się w następujący sposób. W pierwszej kolejności potencjometrem P1 ustawiamy żądany prąd kolektora mierząc napięcie na rezystorach R10÷R12 (lub mierząc wprost prąd przy pomocy amperomierza). Następnie nie zmieniając położenia potencjometru mierzymy prąd bazy. Stosując do pomiaru woltomierz o zakresie 999 mV prąd kolektora odczytujemy w amperach dzieląc wskazania woltomierza przez 100. Np. wskazanie 547 mV oznacza prąd 5,47 A. Wskazania woltomierza przy pomiarze prądu bazy odpowiadają prądowi w miliamperach. Np. wskazanie 127 mV oznacza prąd bazy 127 mA.

Wartość współczynnika wzmocnienia prądowego obliczamy ze wzoru:

$$h_{21} = \frac{I_C [A]}{I_B [A]}$$

Dla podanych powyżej wartości h_{21} wynosi 43.

Pomiar tranzystorów powinien być przeprowadzony szybko, aby nie dopuścić do zbyt dużego rozgrzania. Wskazane jest umieszczanie badanych tranzystorów na radiatorze.

Podczas dobierania tranzystorów w parę najlepiej jest przeprowadzać pomiary dla trzech różnych wartości prądu kolektora: ok. 200 mA, 2 A i dla maksymalnego prądu przy jakim będzie pracował tranzystor w układzie. Pomiary wszystkich tranzystorów przeprowadza się dla takich samych wartości prądów. Za dobrane w parę można uważać tranzystory których wzmocnienie różni się mniej niż o 15%.

Dobrze też jest sprawdzić wzmocnienie prądowe tranzystorów w układzie Darlingtona (najczęściej końcowe tranzystory mocy pracują w takiej konfiguracji). Warto przy tym pamiętać, że dla tranzystorów mocy o stosunkowo małym wzmocnieniu wypadkowy współczynnik wzmocnienia w układzie Darlingtona wynosi:

$$h_{21} = h_{21T1} \cdot h_{21T2} + h_{21T1} + h_{21T2} + 1$$

Dla większych wzmocnień wzór ten jest często upraszczany do postaci:

$$h_{21} = h_{21T1} \cdot h_{21T2}$$

Wykaz elementów

US1	– ULY 7741 (μA 741)
T1	– BC 308B lub dowolny pnp $h_{21} \geq 200$
T2	– BDP 282 (BDP 284, 286)
T3	– BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$
D1	– BYP 401-50 (BYP 401-100÷1000)
D3, D4	– BZP 683 C 3V9
R1	– 82 kΩ/0,125 W
R2, R6	– 270 kΩ/0,125 W
R3	– 10 kΩ/0,125 W

R4, R5	- 3,3 k Ω /0,125 W
R7, R8	- 13 k Ω /0,125 W
R9	- 1 Ω /5 W typ RDO lub RDCO
R10÷R12	- 0,33 Ω /5 W typ RDO lub RDCO
C1, C2	- 220 μ F/16 V typ 04/U
P1	- 22 k Ω - A typ PRP 164, PRP 167
Pk	- RM 81P/12 V prod. ZP ŻARY

przełącznik - typu ISOSTAT niezależny
płytką drukowaną numer 044

Płytką drukowaną jest wysyłana za zaliczeniem pocztowym.

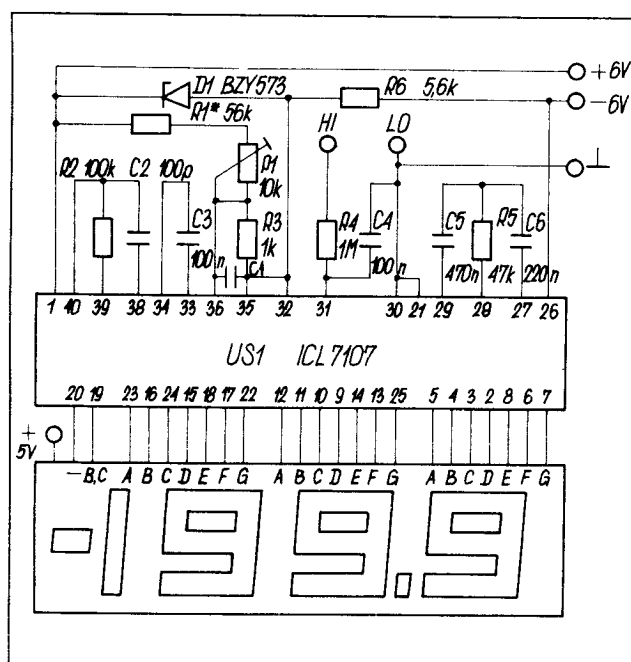
Cena: 8000 zł + koszty wysyłki.

◇ D. C.

Miliwoltomierz z układem ICL 7107

Artykuł pt. "Miliwoltomierz cyfrowy" z numeru 4/92 Praktycznego Elektronika wywołał lawinę listów od Czytelników. Mieliśmy okazję zapoznać się z argumentami zwolenników i przeciwników budowania miliwoltomierza w oparciu o układ C 520D. Dlatego też prezentujemy układ miliwoltomierza ICL 7107, droższego, ale za to bardziej dostępnego na naszym rynku.

Układ ICL 7107 jest scalonym przetwornikiem a/c, działającym na zasadzie podwójnego całkowania. Jest to przetwornik 3 i 1/2 - cyfrowy, co oznacza maksymalne wskazanie 1999. Układ ten współpracuje z wyświetlaczem LED. Produkowana jest też wersja układu (ICL 7106) sterująca pracą wskaźników ciekłokrystalicznych. Wskaźniki te są dostępne w handlu, ale ich ceny odstraszały wielu amatorów.



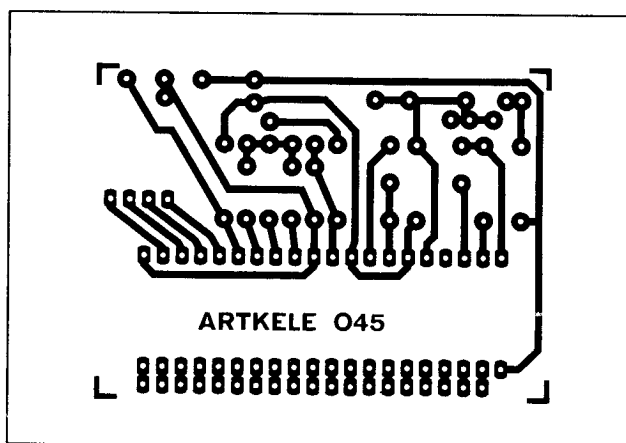
Rys. 1 Schemat ideowy miliwoltomierza

Podstawowe parametry układu ICL 7107

Napięcie zasilania	± 5 V
Temperatura pracy	0°C do 70°C

Zakres pomiarowy	-199,9 mV ... 199,9 mV lub -1,999 V ... 1,999 V
Prąd wejściowy	1 pA (max 10 pA) przy napięciu wejściowym 0 V
Dokładność	0,05% wartości odczytanej ± 1 cyfra
Częstotliwość pomiaru	3 pomiary na sekundę
Automatyczne zerowanie	
Automatyczny znak minus	
Wskazanie przekroczenia zakresu przez wygaszenie trzech ostatnich cyfr	
Wewnętrzny wzorzec napięcia odniesienia	
Wewnętrzny generator taktujący	

Odpowiednikiem układu ICL 7107 jest produkowany w byłym ZSRR układ K 572 PW2. Spotkać się też można z układem ICL 7117, który posiada zewnętrzne wyprowadzenie podtrzymania wyniku pomiaru.



Rys. 2 Schemat płytki drukowanej - miliwoltomierz

Opis układu

Układ woltomierza zbudowano w oparciu o aplikację fabryczną. Wartości elementów R2 i C2 decydują o częstotliwości wewnętrznego generatora taktującego. Dla zminimalizowania zakłóceń sieciowych częstotliwość ta powinna wynosić 50 kHz. Kontrolę częstotliwości można przeprowadzić mierząc sygnał na nóżce 40 US1. Do eliminacji zakłóceń sieciowych przeznaczony

jest także układ R4 i C4 umieszczony na wejściu pomiarowym przetwornika. Błąd wprowadzany przez rezystor R4 (spadek napięcia występujący na tym rezystorze) nie przekracza $1 \mu V$, jest on zatem dużo mniejszy niż wynosi rozdzielczość przetwornika.

Dla uzyskania podawanej dokładności pomiarów zasadnicze znaczenie ma stabilność zewnętrznego źródła napięcia odniesienia. W opisywanym rozwiązaniu zo-

stało ono zbudowane z wykorzystaniem diody Zenera skompensowanej temperaturowo. W układzie napięcia odniesienia pracują elementy R1, P1, R3, D1. Potencjometr P1 służy do regulacji nachylenia przetwarzania tzn. regulacji wskazań dla napięcia wejściowego 199,9 mV. Z uwagi na stosunkowo dużą rezystancję dynamiczną diody Zenera układ powinien być zasilany napięciem stabilizowanym.

Zasady prenumeraty

Prenumeratę przyjmujemy począwszy od czwartego numeru za rok 1993 – po otrzymaniu przez Wydawnictwo ARTKELE kuponu wpłaty. Aby mieć gwarancję, że prenumerata rozpocznie się od pierwszego numeru prosimy dokonać wpłaty odpowiednio wcześniej, tak aby wypełniony kupon dotarł do Wydawnictwa przed końcem marca 1993.

Wypełniając kupon należy wpisać:

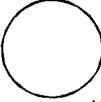
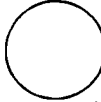
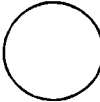
- kwotę (cyframi i słownie) równą wartości zamawianych numerów czasopisma.
- imię i nazwisko oraz adres (koniecznie z kodem pocztowym) prenumeratora. Prosimy o czytelne wypełnienie kuponu, gdyż pozwoli to uniknąć pomyłek.

- Odcinek przekazu "Pokwitowanie dla wpłacającego" prosimy zachować.

- zaprenumerowane egzemplarze czasopisma będą wysyłane na adres wskazany przez zamawiającego na odcinku przekazu "Odcinek dla posiadacza rachunku" w rubryce "Adres wysyłki".

- Wydawnictwo ARTKELE nie ponosi odpowiedzialności za problemy wynikłe z błędnego wypełnienia przekazu.

Cena dla prenumeratorów wynosi 9000 zł wraz z kosztami wysyłki za jeden egzemplarz pisma Praktyczny Elektronik do końca 1993 roku.

Pokwitowanie dla wpłacającego	Odcinek dla posiadacza rachunku	Odcinek dla banku
zł.....	zł.....	zł.....
słownie.....	słownie.....	słownie.....
wpłacający.....	wpłacający.....	wpłacający.....
..... dokładny adres	 dokładny adres	 dokładny adres
na rachunek:	na rachunek:	na rachunek:
ARTKELE ul. Olsztyńska 10, Zielona Góra	ARTKELE ul. Olsztyńska 10, Zielona Góra	ARTKELE ul. Olsztyńska 10, Zielona Góra
Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541
		
datownik podpis przyjm.	datownik podpis przyjm.	datownik podpis przyjm.
Oplata zł.....	Oplata zł.....	Oplata zł.....

W układzie wewnętrznego integratora pracuje kondensator C6. Wymagane jest aby posiadał on minimalne straty dielektryczne. Natomiast jego współczynnik temperaturowy i tolerancja pojemności są bez znaczenia.

Układ scalony ICL 7107 pozwala także na pracę w zakresie $-1,999\text{ V} \dots 1,999\text{ V}$. W tym celu należy zmienić wartości niektórych elementów. Wartości te podano w wykazie elementów w nawiasach.

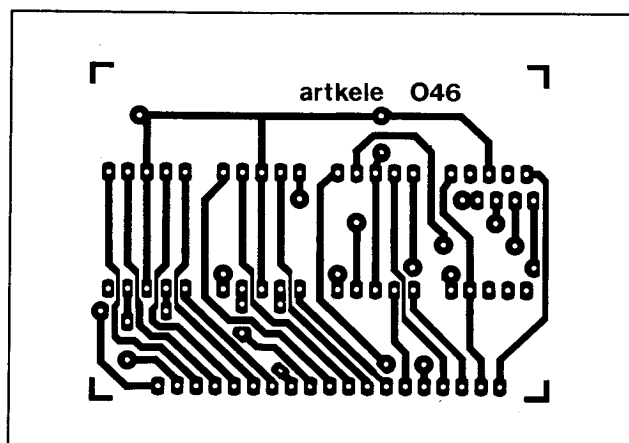
Montaż i uruchomienie

Układ woltomierza zmontowano na dwóch płytkach drukowanych. Na jednej znajduje się układ scalony US1 wraz z dodatkowymi elementami, a na drugiej wyświetlacz. Płytki umieszczone są jedna za drugą, tak jak pokazano to na rysunku 6. Płytki zwrócone są do siebie stroną druku. W pierwszej kolejności wykonujemy połączenia w środku płytek (G, C, A, G) odcinkami przewodu izolowanego. Następnie przez otwory na krawędziach płytek przeciągamy odcinki przewodu odizolowanego (krosówka telefoniczna lub srebrzanka) i kolejno lutujemy zachowując dystans między płytkami ok. 1 cm. Dostęp lutownicą jest trochę ograniczony, ale możliwy. Najlepiej jest przewlekać i lutować przewody pojedynczo, a nie wszystkie jednocześnie.

Jako P1 zastosowano potencjometr dziesięcio-obrotowy (zalecany ze względu na jego stabilność), ale na

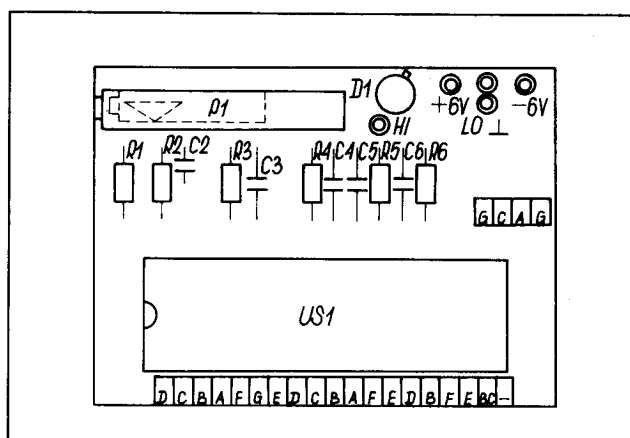
płytkę drukowaną przewidziano też miejsce na zwykły potencjometr stojący typu TVP.

Jako diodę Zenera zastosowano polską diodę BZY 584. Na końcu artykułu podajemy wykaz parametrów całej rodziny diod skompensowanych temperaturowo, o jakości diody świadczy jej współczynnik temperaturowy i rezystancja dynamiczna. Oba te parametry powinny być jak najmniejsze. Stosowanie zwykłej diody nie jest wskazane.



Rys. 3 Schemat płytki drukowanej - wyświetlacz

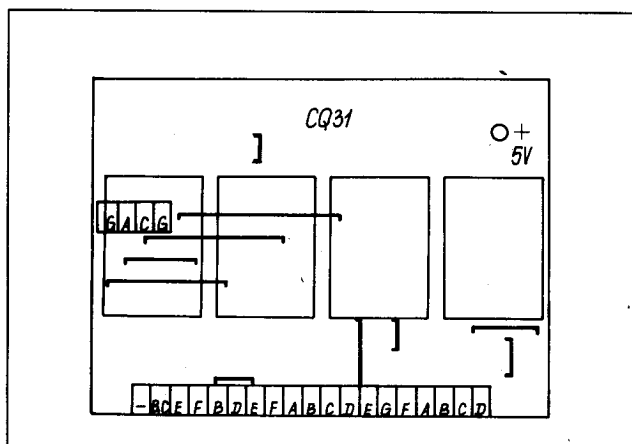
Zamawiam prenumeratę: «Praktyczny Elektronik»			Zamawiam prenumeratę: «Praktyczny Elektronik»			Zamawiam prenumeratę: «Praktyczny Elektronik»		
wybrany okres prenumeraty zaznaczyć krzyżykiem			wybrany okres prenumeraty zaznaczyć krzyżykiem			wybrany okres prenumeraty zaznaczyć krzyżykiem		
II kwartał 1993r. 27.000,-	III kwartał 1993r. 27.000,-	IV kwartał 1993r. 27.000,-	II kwartał 1993r. 27.000,-	III kwartał 1993r. 27.000,-	IV kwartał 1993r. 27.000,-	II kwartał 1993r. 27.000,-	III kwartał 1993r. 27.000,-	IV kwartał 1993r. 27.000,-
Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki - 9.000,-zł			Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki - 9.000,-zł			Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki - 9.000,-zł		
ADRES WYSYŁKI:			ADRES WYSYŁKI:			ADRES WYSYŁKI:		
nazwisko (lub firma)			nazwisko (lub firma)			nazwisko (lub firma)		
-			-			-		
kod pocztowy			kod pocztowy			kod pocztowy		
mięscowość			mięscowość			mięscowość		
ulica/numer domu			ulica/numer domu			ulica/numer domu		
kupon ważny do 20.03.1993r.			kupon ważny do 20.03.1993r.			kupon ważny do 20.03.1993r.		



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów – miliwoltomierz

Jeszcze lepsze rezultaty można osiągnąć stosując diodę ICL 8069.

Przy braku odpowiedniej diody (skompensowanej temperaturowo) można wykorzystać wewnętrzne źródło napięcia odniesienia. W tym celu nie montujemy diody D1 i rezystora R6. Pozostałe elementy mają wartość R1 – 24 k Ω /0,125 W, P1 – 4,7 k Ω , R3 – 1 k Ω /0,125 W dla zakresu pomiarowego –199,9 mV ... 199,9 mV, lub R1 – 9,1 k Ω /0,125 W, P1 – 2,2 k Ω , R3 – 5,6 k Ω /0,125 W dla zakresu –1,999 V ... 1,999 V. Pozostałe elementy zgodnie z wykazem. Wykorzystanie wewnętrznego źródła napięcia odniesienia pogarsza dokładność wskazań do 0,1% $\pm$ 1 cyfra. Spowodowane jest to zmianami temperatury układu scalonego na skutek nagrzewania prądem sterującym wyświetlacz.



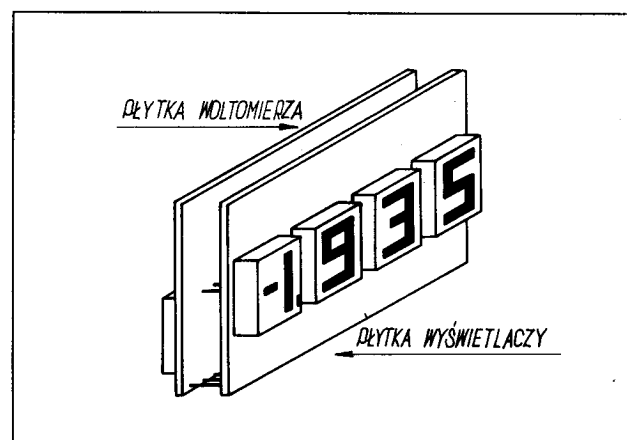
Rys. 5 Rozmieszczenie elementów – wyświetlacz

Kalibracja sprowadza się do ustawienia potencjometrem P1 wskazań 1999 przy podaniu na wejście napięcia 199,9 mV na zakresie –199,9 mV ... 199,9 mV lub napięcia 1,999 V na zakresie –1,999 V ... 1,999 V. Je-

żeli będzie to niemożliwe wówczas należy zmienić nieco wartość rezystora R1.

Można też sprawdzić czy woltomierz wskazuje 0000 przy zwartym wejściu.

Uwaga! Kondensator C1 zamontowano od strony druku.



Rys. 6 Rysunek poglądowy połączenia obu płytek

Wykaz elementów

US1	– ICL 7107 (K 572 PW2 prod ZSRR)
D1	– BZY 584 (ICL 8069) patrz opis w tekście
R1	– 56 k Ω /0,125 W (47 k Ω /0,125 W – patrz opis w tekście)
R2	– 91 k Ω /0,125 W
R3	– 1k k Ω /0,125 W (10 k Ω /0,125 W – patrz opis w tekście)
R4	– 1 M Ω /0,125 W
R5	– 47 k Ω /0,125 W (470k Ω /0,125 W – patrz opis w tekście)
R6	– 5,6 k Ω /0,125 W
C1	– 47 nF/100 V typ MKSE-018-02
C2	– 100 pF typ KCPf
C3, C4	– 100 nF/100 V typ MKSE-018-02
C5	– 470 nF/100 V typ MKSE-018-02 (47 nF/100 V typ MKSE-018-02 – patrz opis w tekście)
C6	– 220 nF/100 V typ MKSE-018-02
P1	– 10 k Ω typ CT 32 prod TELPOD, lub inny dziesięć obrotowy
wyświetlacz	– CQV 31 (SL 1119, HD 1131, TDSR 5150, D 350PA, TLR 369)

płytką drukowaną **numer 045**

płytką drukowaną **numer 046**

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: płytką **numer 045** – 4100 zł

płytką **numer 046** – 4100 zł + koszty wysyłki.

Podstawowe parametry diod Zenera skompensowanych temperaturowo produkcji polskiej.

Typ	U_z [V]	P_{tot} [mW]	r_z [Ω]	I_z [mA]	αU_z [10 ⁻⁴ /°C]
BZY 566	6,08 ... 6,72	250	200	1	0,5
BZY 567	6,08 ... 6,72	250	200	1	0,2
BZY 568	6,08 ... 6,72	250	200	1	0,1
BZY 569	6,08 ... 6,72	250	200	1	0,05
BZY 571	6,08 ... 6,72	250	100	1	0,5
BZY 572	6,08 ... 6,72	250	100	1	0,2
BZY 573	6,08 ... 6,72	250	100	1	0,1
BZY 574	6,08 ... 6,72	250	100	1	0,05
BZY 576	6,08 ... 6,72	250	50	2	0,5
BZY 577	6,08 ... 6,72	250	50	2	0,2
BZY 578	6,08 ... 6,72	250	50	2	0,1
BZY 579	6,08 ... 6,72	250	50	2	0,05
BZY 581	6,08 ... 6,72	250	25	4	0,5
BZY 582	6,08 ... 6,72	250	25	4	0,2
BZY 583	6,08 ... 6,72	250	25	4	0,1
BZY 584	6,08 ... 6,72	250	25	4	0,05

Zegar cyfrowy z układem MC 1206 cz. 1

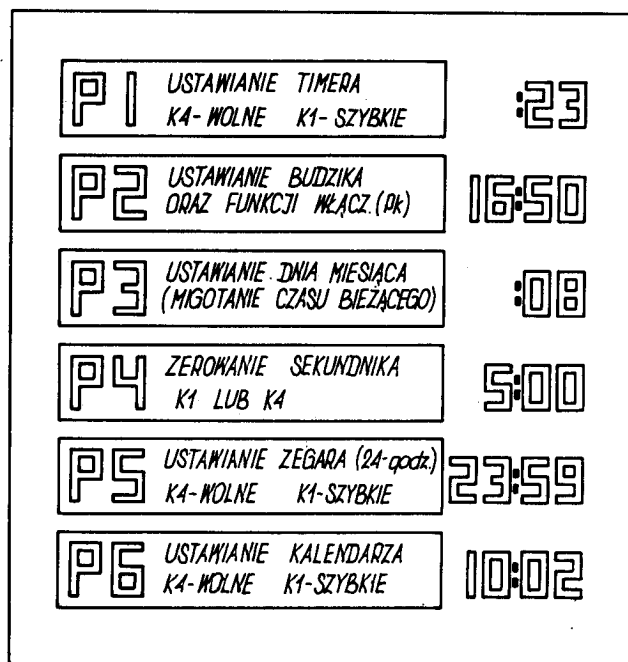
Kontynuując cykl artykułów poświęconych zegarom przedstawiamy kolejną propozycję. Jest nią zegar zbudowany w oparciu o układ scalony produkcji CEMI MC 1206. Opisany układ umożliwia zbudowanie zegara z budzikiem i układem timerem. Jedną z wad układu scalonego MC 1206 jest naprzemienne wyświetlanie godziny i daty. Dlatego też zaprojektowaliśmy dodatkowy układ, który umożliwia ciągłe wskazanie czasu. Ponadto w części drugiej artykułu przedstawimy dwa rozwiązania sekundnika. Jedno z nich pozwala na wyświetlanie sekund w postaci cyfrowej, a drugie jest wzorowane na zegarze z telewizyjnego Tele-
expressu.

Opis układu

Podstawowy układ zegara US1 zbudowano w oparciu o aplikację fabryczną. Współpracuje on z rezonatorem kwarcowym Q1 o częstotliwości 32,768 kHz (2¹⁵ Hz). Trymer C_R umożliwia dokładną regulację pracy. Do wyjścia MEL dołączono jedno-tranzystorowy wzmacniacz T1, który pozwala na wysterowanie miniaturowego głośnika (np. wkładki telefonicznej). Wyjście ON/OFF steruje pracą przekaźnika PK1 umożliwiającego włączanie większego obciążenia np. radioodbiornika.

Układ US1 steruje pracą wyświetlacza za pośrednictwem wzmacniaczy US2÷US4. Rozwiązanie takie jest konieczne z uwagi na małą wydajność prądową wyjść układu US1. W odróżnieniu od zegara MC 1204 sterowanie wyświetlaczem jest tu statyczne, co wiąże się z dużą liczbą przewodów prowadzących do wyświetla-

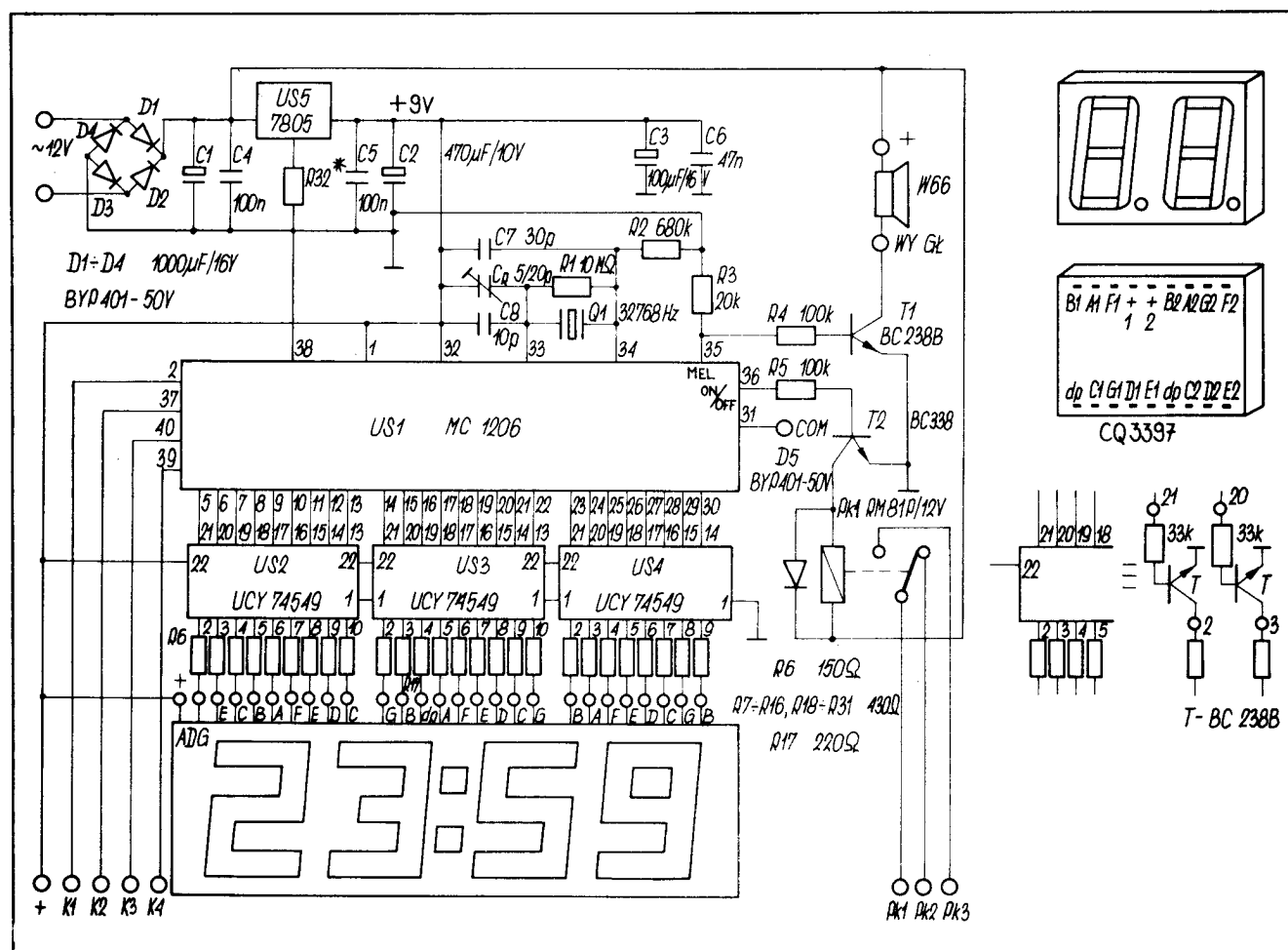
czy. Jako wyświetlacze zastosowano diodowe wskaźniki siedmiosegmentowe ze wspólną anodą.



Rys. 3 Algorytm ustawiania zegara cz. 1

Sterowanie pracą zegara odbywa się przy pomocy przycisków K1÷K4, które zwierają odpowiednie wejścia sterujące układu US1 z plusem zasilania.

Całość układu zasilana jest ze stabilizatora dostarczającego napięcia +9 V.



Rys. 1 Schemat ideowy zegara

Przewidując kłopoty z zakupem stabilizatora scalonego o odpowiednim napięciu wyjściowym na płytce drukowanej przewidziano miejsce na zamontowanie rezystora "podpierającego" R32. Pozwala on na uzyskanie odpowiedniego napięcia przy zastosowaniu stabilizatora o napięciu wyjściowym niższym niż +9 V. Wartość tego rezystora należy dobrać eksperymentalnie.

Scalone wzmacniacze segmentowe US2÷US4 mogą zostać zastąpione układami zbudowanymi na tranzystorach. Schemat takiego układu (fragment) przedstawiono na rys. 1. Tranzystory wzmacniaczy montowane są na dodatkowej płytce drukowanej, którą można wluutować w płytkę główną zegara.

Układ pozwalający na ciągłe wyświetlanie czasu przedstawiono na rys. 2. Konstrukcja zegara pozwala na zbudowanie go w wersji podstawowej, albo z układem ciągłego wyświetlania godzin.

Zasada działania tego układu polega na zapamiętaniu stanów logicznych na wyjściach układu MC 1206 w czasie wyświetlania godziny. Stany te są pamiętane także podczas wyświetlania daty. Jako pamięci wykorzystano scalone zatrzaski serii TTL-LS (US1÷US3)

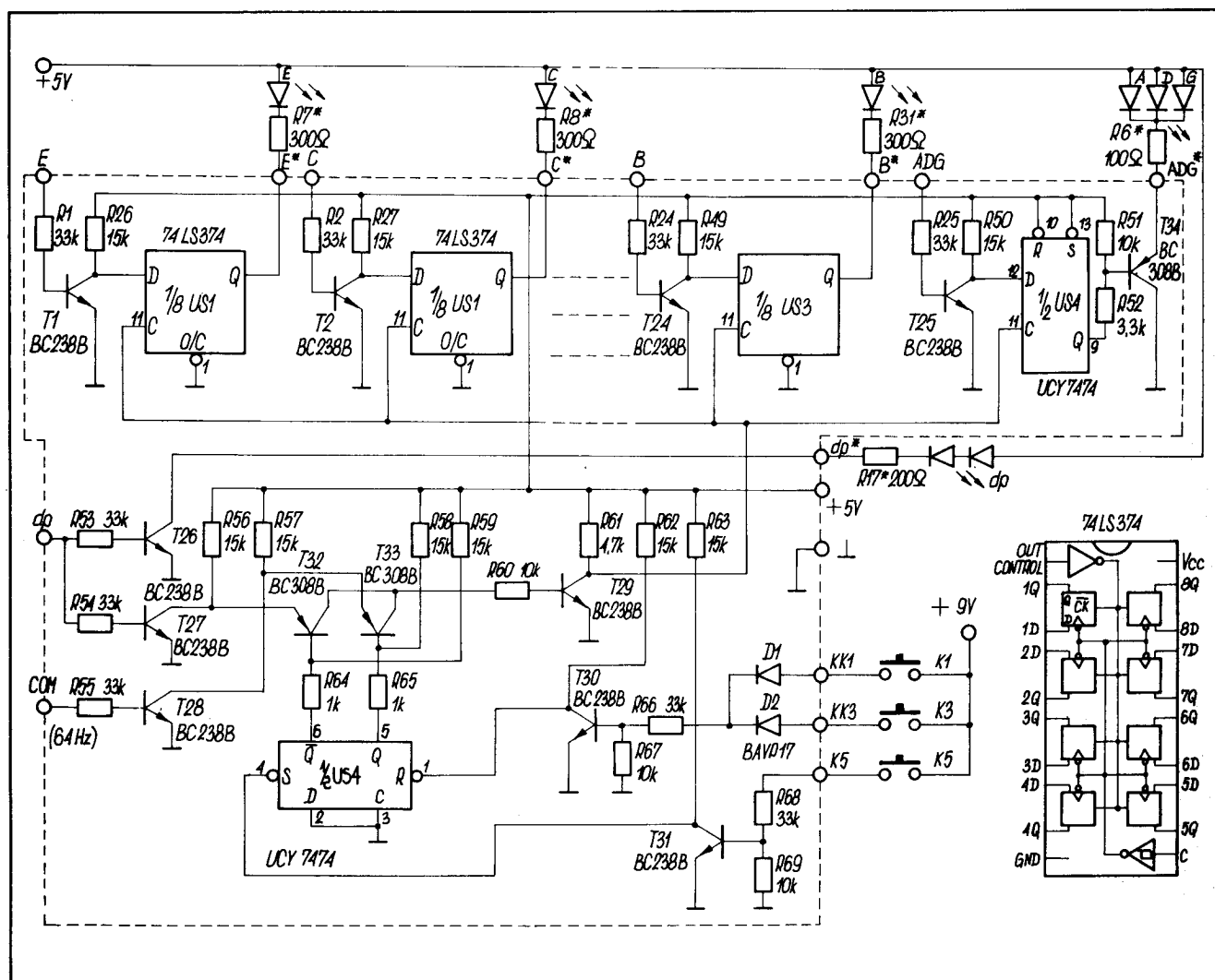
Każdy z układów scalonych zawiera w sobie osiem przerzutników typu D z wyjściami trójstanowymi (trzeci stan to stan wysokiej impedancji wyjściowej; odłącze-

nie wyjścia) i wspólnym wejściem zegarowym (nóżka 11). Z uwagi na różne napięcia zasilania układu zegara (+9 V) i układów TTL (+5 V), na wejściach zastosowano inwertery tranzystorowe T1÷T25.

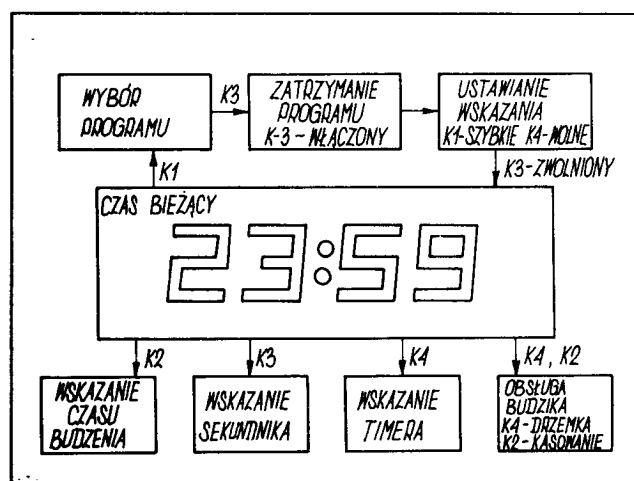
Wyjścia zatrzasków sterują bezpośrednio wskaźnikami siedmiosegmentowymi, tak więc odpada konieczność stosowania wzmacniaczy segmentowych. Dodatkowo w układzie pamięci pracuje jeden przerzutnik z układu US4. Na jego wyjściu umieszczono wzmacniacz prądowy T34, gdyż przerzutnik ten steruje trzema równolegle połączonymi segmentami ADG pierwszej cyfry wyświetlacza.

Do przepisywania stanów z wyjść układu zegara MC 1206 do pamięci wykorzystano sygnał "dp" sterujący zapaleniem się "kropek" (nóżka 18 MC 1206). Kropki te "mrugają" w czasie wyświetlania godziny, a świecą światłem ciągłym w czasie wyświetlania daty. Sygnał ten za pośrednictwem tranzystora T27, układu klucza tranzystorowego T32 i inwertera T29 doprowadzony jest do wejść zegarowych zatrzasków. Tranzystor T26 pracuje jako wzmacniacz sterujący pracą "kropek" na wyświetlaczu.

Przepisanie stanu do pamięci następuje w momencie zapalenia się "kropek" (narastające zbocze na wejściu "dp")



Rys. 2 Schemat ideowy układu ciągłego wyświetlania



Rys. 4 Algorytm ustawiania zegara cz. 2

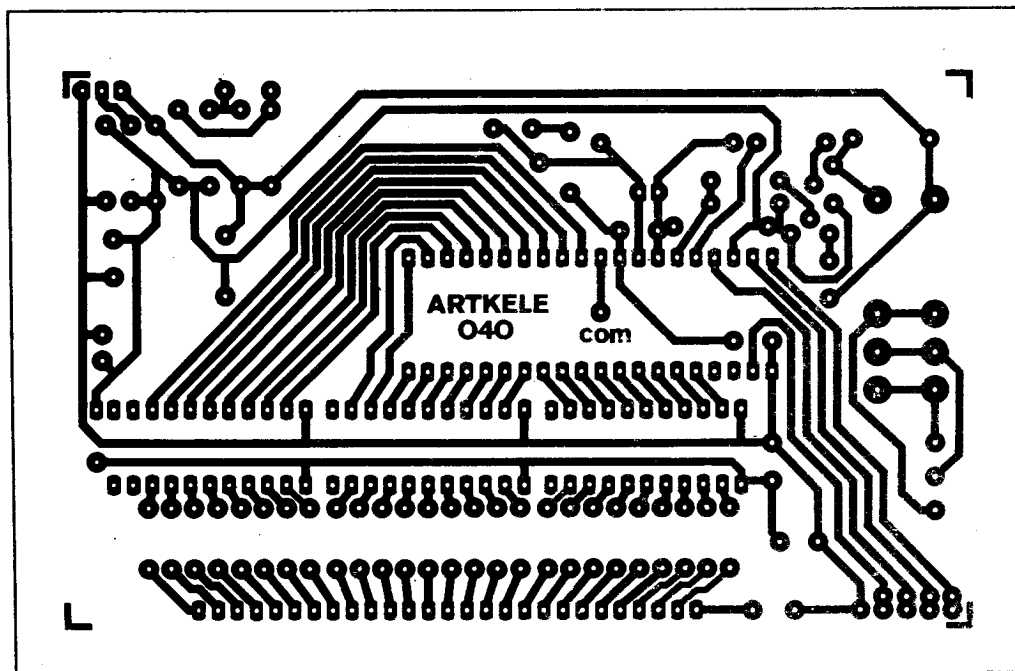
W czasie odczytu sekund, lub programowania zegara konieczne jest ciągłe przepisywanie stanów z wyjść układu MC 1206 do pamięci. W tym celu do płytki do-

prowadzono sygnał o częstotliwości 64 Hz dostępny na wyjściu COM (nóżka 31 MC 1206).

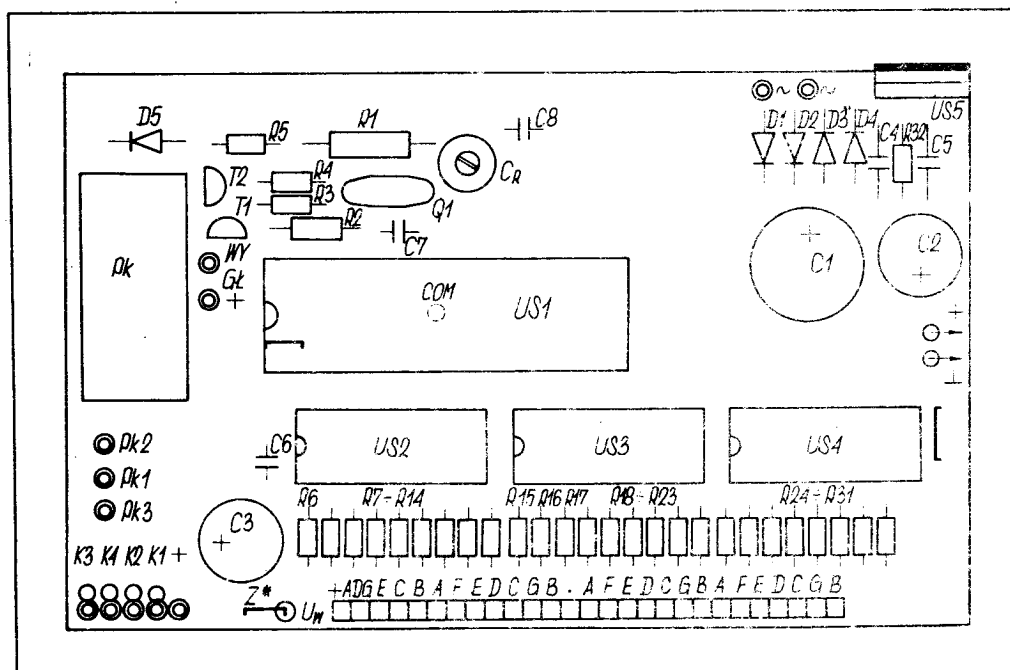
Sygnał ten przez tranzystor T28, klucz tranzystorowy T33 i inwerter T29 może sterować wpisywaniem informacji do pamięci.

O tym, który z sygnałów: "dp", COM zostanie doprowadzony do wejść zegarowych US1÷US3 decyduje przerzutnik D (1/2 US4). Przerzutnik ten steruje bowiem pracą kluczy tranzystorowych T32 i T33. Stan niski na bazie jednego z tranzystorów powoduje zamknięcie (rozwarcie) klucza.

Sterowanie przerzutnikiem odbywa się przy pomocy przełączników K1, K3, sterujących także pracą zegara, oraz dodatkowego przełącznika K5. Naciśnięcie dowolnego z przycisków K1 lub K3 ustawia stan wysoki na wyjściu Q przerzutnika. Odpowiada to pracy z ciągłym przepisywaniem stanów na wyświetlacz. Ma to miejsce w trakcie wyświetlania sekund, lub programowania zegara. Po zwolnieniu przycisku zegar będzie wskazywał naprzemiennie datę i godzinę. Dopiero wciśnięcie przycisku K5 powoduje przejście do cyklu ciągłego wyświetlania godziny.



Rys. 5 Schemat płytki drukowanej zegara



Rys. 6 Rozmieszczenie elementów zegara

Funkcje układu MC 1206

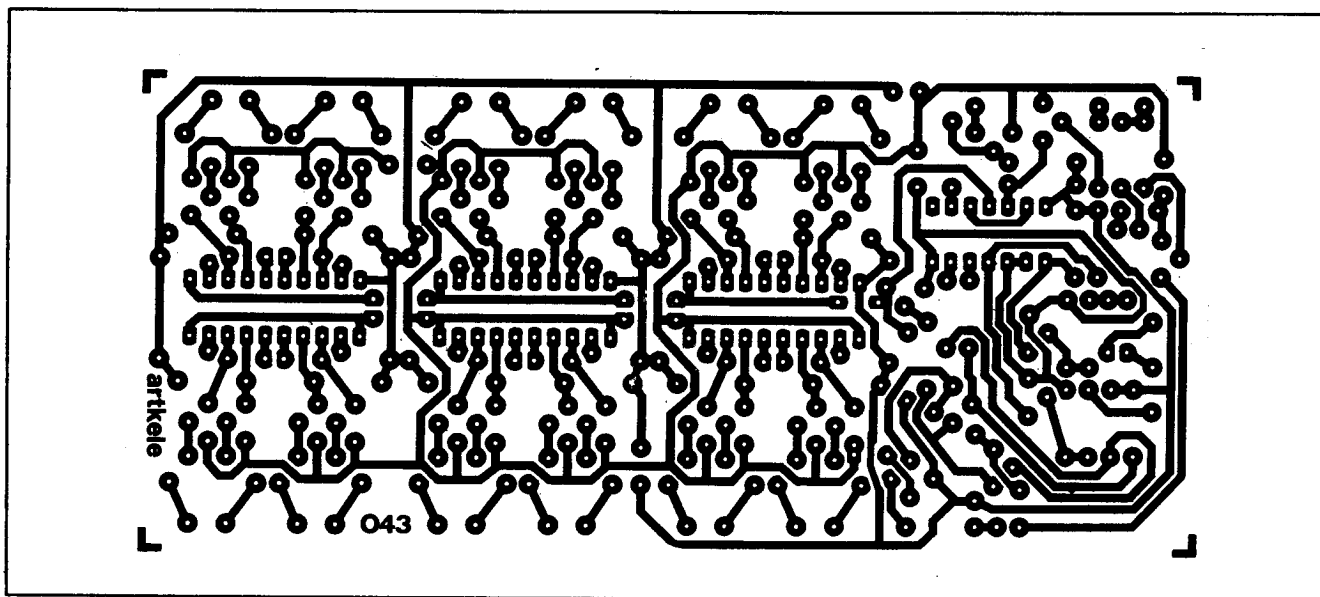
1. Zegar

- sygnalizuje przerwę w zasilaniu układu przez zapalenie wszystkich poziomych segmentów wyświetlacza i emitowanie sygnału dźwiękowego przez 2 sek. w odstępach 8 sek.,
- wskazuje czas bieżący w cyklu 24 godzinnym naprzemiennie z datą; wskazania pojawiają się na przemian: czas 8 sek, data 2 sek.,
- wskazuje na żądanie jednostki minut, oraz jednostki i dziesiątki sekund,

- automatycznie zmienia liczbę dni lutego (28/29) w cyklu czteroletnim; po włączeniu zasilania układ ustawia się na rok przestępny,
- sygnalizuje na żądanie jeden wybrany z miesięcy dzień przez pulsujące wyświetlanie czasu bieżącego; data wyświetlana jest w sposób ciągły przez 2 sek.,
- zeruje na żądanie sekundy i minuty czasu bieżącego, przy czym stan licznika godzin bądź nie ulega zmianie (gdy liczba minut jest nie większa od 29), bądź zwiększa się o jeden (gdy liczba minut jest większa od 29).

2. Budzik

- emituje modulowany sygnał akustyczny (wyjście MEL), a także zmienia stan wyjścia sterującego ON/OFF na wysoki przy zrównaniu się czasu bieżącego z czasem budzenia,
- utrzymuje sygnał budzenia oraz stan wysoki na wyjściu ON/OFF przez 99 min.,
- umożliwia kasowanie sygnału budzenia i do następnego dnia, zmieniając stan wyjścia ON/OFF na niski,
- umożliwia wyłączenie budzika na dowolny okres bez zmiany nastawienia czasu budzenia,



Rys. 7 Schemat płytki drukowanej układu ciągłego wyświetlania

- umożliwia wyłączenie sygnału budzenia na 9 min. (drzemka); wyłączenie to może być powtarzane wielokrotnie przez okres 99 min.
3. Taimer
- zmienia stan wyjścia ON/OFF na wysoki po odmierzeniu nastawionej liczby minut (maksymalnie 99 min.).

Montaż i uruchomienie

Montaż układu należy rozpocząć od zasilacza stabilizowanego. W zależności od zastosowanego stabilizatora konieczne jest dobranie wartości rezystora R32. Jego orientacyjna wartość powinna wynosić: dla układu LM 7805 ok. 1 k Ω , dla LM 7806 ok. 750 Ω , dla LM 7808 ok. 240 Ω . Po sprawdzeniu zasilacza można przystąpić do dalszego montażu.

Jeżeli nie posiadamy układów UCY 74549 możemy w ich miejsce zamontować płytkę wzmacniaczy tranzystorowych. Montaż płytki przeprowadzamy tak jak pokazano to na rys.10, pamiętając aby rezystory były wlutowane od strony układu MC 1206. Płytkę tę pasuje nóżka w nóżkę z płytką zegara.

Płytkę wyświetlaczy umożliwia zamontowanie dodatkowych dwóch cyfr sekundnika (opis tego układu podamy w następnym numerze PE). Jeżeli zegar będzie wskazywał tylko godziny i minuty część płytki wyświetlacza (tą z sekundami) można obciąć wzdłuż zaznaczonej linii przerywanej.

Poprawnie zmontowany zegar nie wymaga uruchamiania. Trymerem C_R regulujemy dokładność wskazań. Można do tego celu wykorzystać także miernik częstotliwości mierząc częstotliwość 64 Hz na wyjściu COM.

Ten sposób regulacji jest szybszy, ale za to mniej dokładny.

Wyjścia z płytki zegara oznaczone strzałkami pozwalają doprowadzić napięcie stabilizowane +9 V do układu sekundnika.

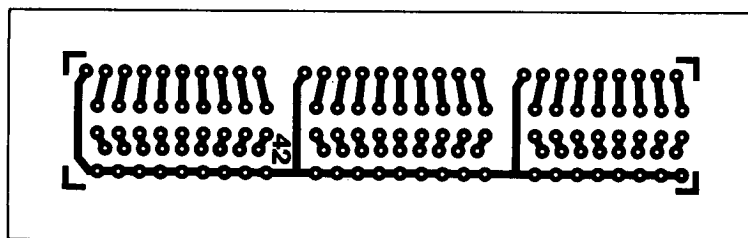
W przypadku montażu układu ciągłego wyświetlania nie montuje się układów UCY 74549 i zwory Z*. Zwora ta doprowadza napięcie +9 V do wyświetlacza. Inne są też wartości rezystorów R6÷R31, wartości te podano w wykazie elementów w nawiasach.

Układ ciągłego wyświetlania zmontowano na oddzielnej płytce. Zasilany jest on napięciem stabilizowanym +5 V. Z tego samego napięcia zasilane są wyświetlacze. Napięcie +5 V do wyświetlaczy doprowadza się do punktu U_w na płytce zegara.

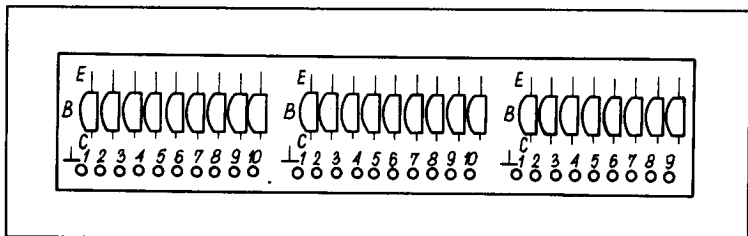
przewody łączące płytkę z zegarem wlutowuje się w miejsca nóżek układów UCY 74549. Wyjścia sterujące segmentami z układu MC 1206 (rząd otworów od strony układu MC 1206) łączymy z odpowiednimi wejściami płytki oznaczonymi literami E, C, B, A, ..., ADG, d_p. Wyjścia z płytki oznaczone jako E*, C*, B*, A*, ..., ADG*, d_p* łączymy z płytką zegara (rząd otworów od strony rezystorów R6÷R31). Należy uważać, aby nie pomylić kolejności połączeń.

Dodatkowo przeprowadzamy połączenie wyjścia COM (pole lutownicze pod układem MC 1206) z wejściem o takim samym oznaczeniu na płytce ciągłego wyświetlania. Wejścia KK1 i KK2 łączymy z wejściami K1 i K2 na płytce zegara (przewidziano tam miejsce na wlutowanie dodatkowych przewodów). Wejście K5 podłączamy do dodatkowego przełącznika.

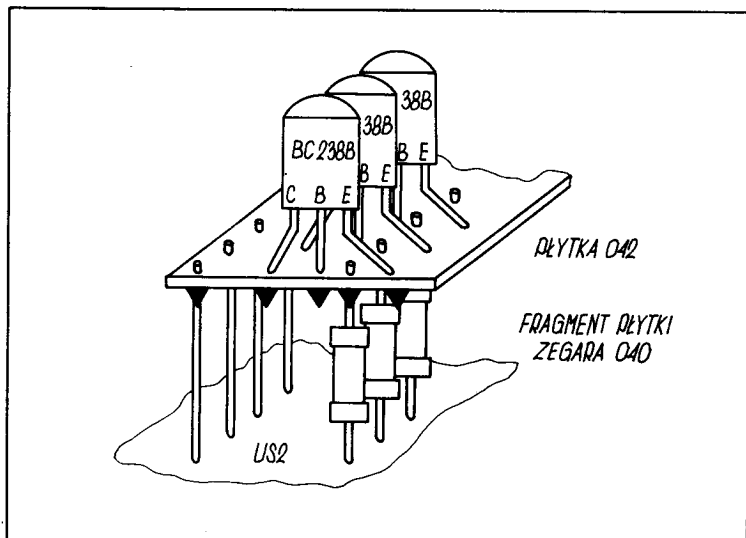
Układ nie wymaga żadnych regulacji.



Rys. 8 Schemat płytki drukowanej wzmacniaczy tranzystorowych



Rys. 9 Rozmieszczenie elementów wzmacniaczy tranzystorowych



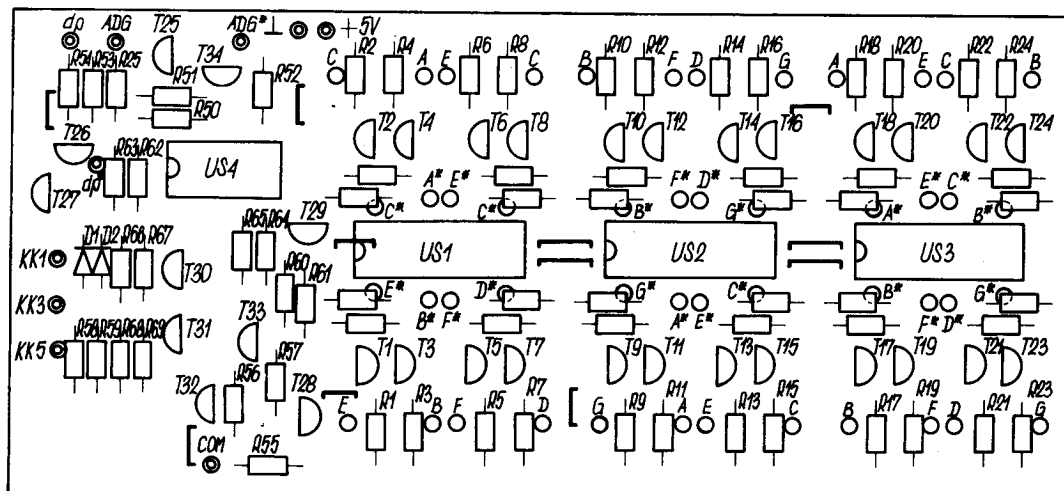
Rys. 10 Rysunek montażu płytki wzmacniaczy do układu zegara

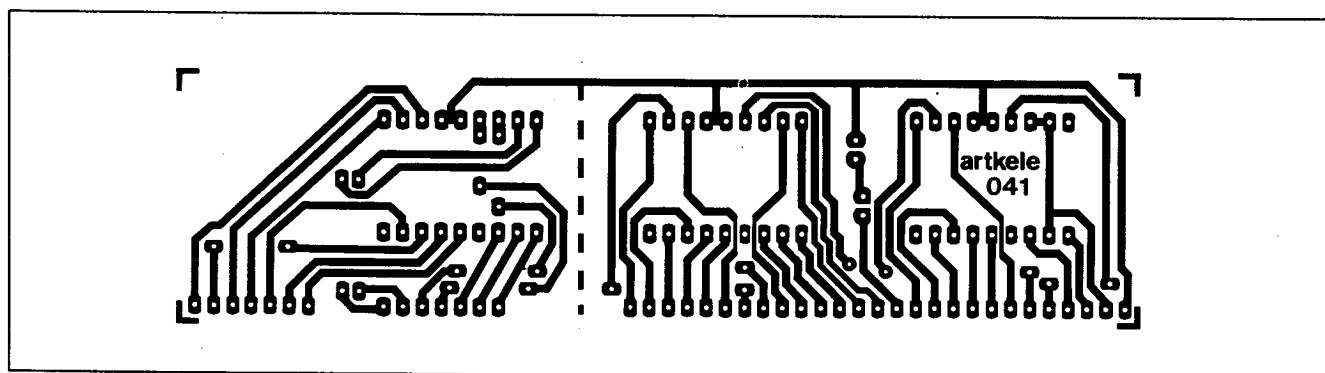
Wykaz elementów – płytka główna zegara

- US1 – MC 1206 prod. CEMI
 US2÷US4 – UCY 74549 (patrz opis montażu i uruchamiania)
 US5 – 7805 (7806, 7808) (patrz opis montażu i uruchamiania)
 T1, T2 – BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$
 D1÷D5 – BYP 401-50÷1000 (1N4001÷07)
 D6, D7 – elektroluminescencyjna prostokątna 5×2.5 kolor świecenia czerwony
 R1 – 10 MΩ/0,125 W
 R2 – 680 kΩ/0,125 W
 R3 – 20 kΩ/0,125 W
 R4, R5 – kΩ/0,125 W
 R6 – 150 (100) Ω/0,125 W (patrz opis montażu i uruchamiania)
 R7÷R16, R18÷R31 – 430 (300) Ω/0,125 W (patrz opis montażu i uruchamiania)
 R17 – 220 (200) Ω/0,125 W (patrz opis montażu i uruchamiania)
 R32 – patrz opis montażu i uruchamiania
 C1 – 1000 μF/16 V
 C2 – 470 μF/16 V
 C3 – 100 μF/16 V
 C4, C5 – 100 nF/100 V typ MKSE-018-02
 C6 – 47 nF typ KFP
 C7 – 30 pF typ KCP
 C8 – 10 pF typ KCP
 C_R – KCD-7-5/20 pF/160 V
 Q1 – rezonator kwarcowy 32,768 kHz (2¹⁵ Hz)
 PK1 – RM 81P/12 V
 wyświetlacz – CQ 3397, MAN 6710, HA 2132, CQY 89A, CQY 91A, CQY 93A, CQY 87A,

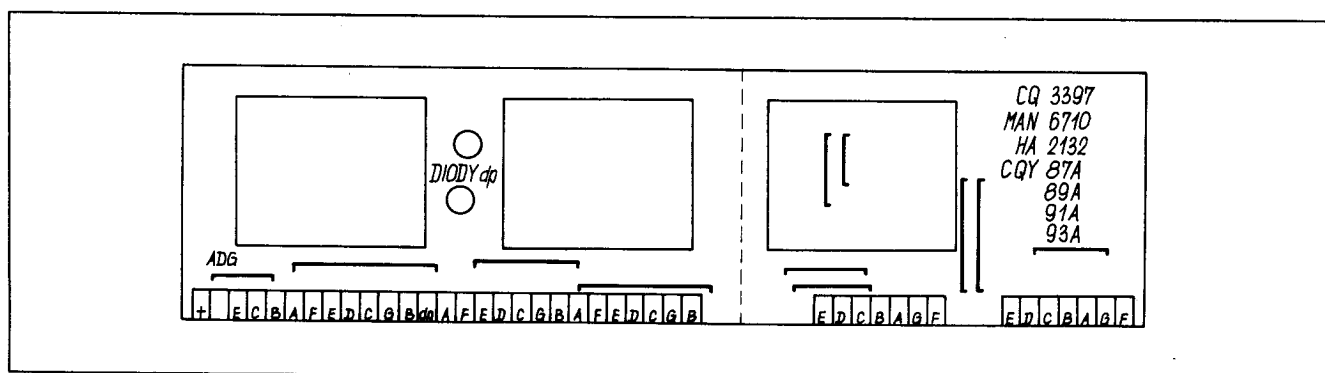
płytki drukowana numer 040

płytki drukowana numer 041





Rys. 12 Schemat płytki drukowanej wyświetlaczy



Rys. 13 Rozmieszczenie elementów wyświetlaczy

Wykaz elementów – płytka wzmacniaczyT1÷T26 – BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$ R1÷R26 – 33 k Ω /0,125 W

płytki drukowane numer 042

Wykaz elementów – płytka ciągłego

US1÷US3 – 74LS374

US4 – UCY 7474

T1÷T31 – BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$ T32÷T34 – BC 308B lub dowolny pnp $h_{21} \geq 200$

D1, D2 – BAVP 17÷21 (1N4148)

R1÷R25, R53÷R55,

R66, R68 – 33 k Ω /0,125 W

R26÷R50, R56÷R59,

R62, R63 – 15 k Ω /0,125 WR51, R60, R67, R69 – 10 k Ω /0,125 WR52 – 3,3 k Ω /0,125 WR61 – 4,7 k Ω /0,125 WR64, R65 – 1 k Ω /0,125 W

płytki drukowane numer 043

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: płytka numer 040 – 13200 zł

płytki numer 041 – 6700 zł

płytki numer 042 – 2300 zł

płytki numer 043 – 13700 zł + koszty wysyłki.

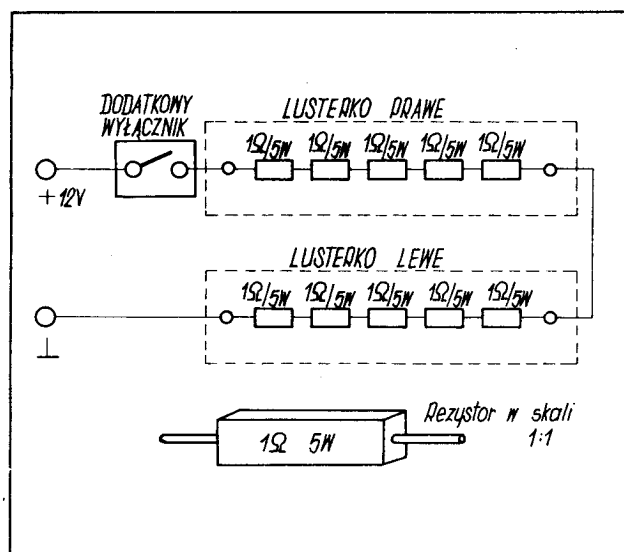
◇ I. K.

Podgrzewane lusterka w samochodzie

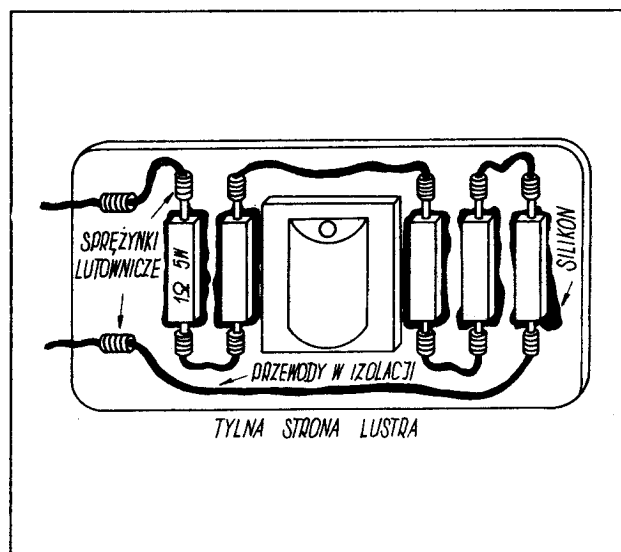
Pomysł wykonania podgrzewanych lusterek bocznych w samochodzie zrodził się w mojej głowie rankiem 4 stycznia, kiedy wsiadałem do zamrożonego samochodu, aby udać się do redakcji. Termometr wskazywał wtedy za oknem temperaturę -18°C . Lusterka boczne były pokryte grubą warstwą lodu, którego nie sposób było usunąć. Następnego dnia rano mimo dużego mrozu z lusterkami nie miałem już problemów.

Układ podgrzewania jest bardzo prosty. Składa się on z dodatkowego wyłącznika, i rezystorów typu RDO 1 Ω /5 W. umieszczonych po pięć sztuk w każdym z lu-

sterek bocznych. Rezystory RDO mają ceramiczną, prostopadłościenną obudowę, znakomicie nadającą się do przyklejenia za pomocą silikonu z tylnej strony lustra. Bardzo ważne jest, aby połączenie pomiędzy przyklejonymi rezystorami wykonane zostało odcinkami przewodu (linki), gdyż zmniejsza to naprężenia mechaniczne. Połączenia przewodu z końcówką rezystora powinny być owinięte krosówką lub srebrzanką i zalutowane, tak jak pokazano to na rys. 2.



Rys. 1. Schemat połączeń

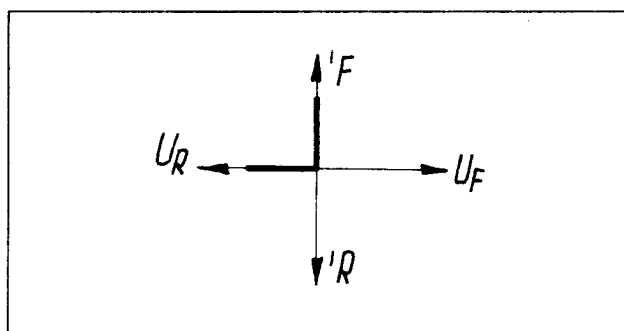


◇ I. K

Dokończenie tekstu ze str. 2

Dioda półprzewodnikowa może być ze względu na swoją budowę diodą warstwową, o której własnościach decyduje złącze półprzewodnika typu p z półprzewodnikiem typu n, lub diodą ostrzową – styk metalu z półprzewodnikiem.

Dioda idealna stanowi zwarcie dla kierunku przewodzenia i przerwę dla kierunku zaporowego (rys. 2).



Rys. 2. Charakterystyka diody idealnej

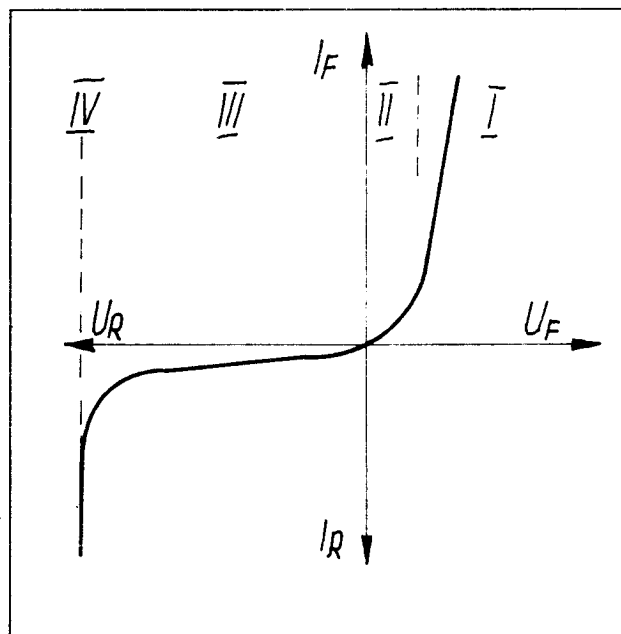
Dioda rzeczywista posiada charakterystykę przedstawioną na rys. 3, gdzie:

U_F – oznacza spadek napięcia na diodzie w kierunku przewodzenia

I_F – prąd płynący w kierunku przewodzenia (F – od forward: w przód)

U_R – spadek napięcia w kierunku zaporowym (R – od reverse: wstecz)

I_R – prąd płynący w kierunku zaporowym



Rys. 3. Charakterystyka diody rzeczywistej

Charakterystyka podzielona jest na cztery zakresy:

- Zakres I to zakres przewodzenia, gdzie prąd I_F rośnie bardzo szybko.
- Zakres II w pobliżu zera napięcia – silne zakrzywienie, wyraźne "kolano".
- Zakres III – zaporowy, gdzie prąd I_R jest bardzo mały (zazwyczaj jest on podawany w μA , choć np. dla diody BAV 45 prod. Phillipsa wynosi on 5 pA).
- Zakres IV to zakres gwałtownego wzrostu prądu I_R pod wpływem odpowiednio dużego napięcia U_R . W zależności od budowy wewnętrznej diody może tu nastąpić zjawisko Zenera, jonizacja zderzeniowa. Zjawiska te mogą prowadzić do zniszczenia diody przy dużej wartości prądu I_R .

Podstawowe parametry diod

Można wyróżnić trzy podstawowe grupy parametrów diod przydatne do ich oceny pod względem możliwości wykorzystania w układach elektrycznych:

1. Dopuszczalne wartości napięć i prądów.

Jest to grupa podstawowa, którą uwzględniamy zawsze. Większość z tych parametrów wymieniono przy okazji omawiania charakterystyki rzeczywistej. Teraz kilka danych liczbowych:

- napięcie przebicia złącza p-n wynosi dla germanu kilkaset woltów, a dla krzemu ponad 1500 V.
- typowa wartość napięcia U_F wynosi dla germanu 0,3 V, a dla krzemu 0,7 V.

Bardzo ważnym parametrem jest dopuszczalna temperatura złącza (tzn. temperatura maksymalna, przy której nie następuje trwałe uszkodzenie złącza). Dla diod germanowych wynosi ona ok. 75°C, a dla krzemowych 150÷200°C. Ten parametr zdecydował w dużej mierze o obecnej przewadze diod krzemowych nad germanowymi.

Często podawanym w katalogach parametrem jest również rezystancja termiczna złącza otoczenie $R_{th}(j-a)$ lub złącze obudowa $R_{th}(j-c)$.

2. Niektóre punkty charakterystyki statycznej diody.

Najczęściej podawanym tutaj parametrem jest wartość napięcia przewodzenia U_F dla prądu prądu przewodzenia I_F , równym połowie prądu znamionowego. Niekiedy podaje się U_F dla kilku różnych wartości I_F . Dla zakresu zaporowego podaje się prąd wsteczny I_R przy polaryzacji określonym napięciem U_R .

3. Parametry dynamiczne.

C_r – pojemność diody (w pF) spolaryzowanej w kierunku zaporowym przy określonym napięciu.

t_{rr} – czas ustalania charakterystyki wstecznej, tj. czas przechodzenia ze stanu przewodzenia w stan zablokowania.

Jakość diody jest tym lepsza, im wartości tych parametrów są mniejsze. Parametry grupy pierwszej pozwalają do dobrania diody prostowniczej, znajomość parametrów grupy 3 pozwala na określenie w jakim stopniu dioda zniekształca impulsy elektryczne.

Przeznaczenie diody jest określone jej oznaczeniem. Podstawowy typ oznaczeń, od którego istnieją (co wyraźnie zaznaczamy) liczne wyjątki, zawiera dwie (trzy) litery poprzedzające dwu (trzy) cyfrowe oznaczenie liczbowe.

Pierwsza litera – oznacza materiał, z którego wykonana jest dioda

- A – german
- B – krzem
- C – arsenek galu
- R – półprzewodnik wieloskładnikowy (np. siarczek kadmu)

Druuga litera – oznacza przeznaczenie diody

- A – dioda przełączająca małej mocy
- B – dioda pojemnościowa (warikap)
- E – dioda tunelowa
- H – dioda czuła na pole magnetyczne
- P – detektor promieniowania, np. fotodiody
- Q – generator promieniowania, np. dioda świecąca
- X – dioda ładunkowa
- Y – dioda prostownicza, dioda usprawniająca (booster)
- Z – dioda Zenera

Trzecia litera – oznacza zastosowanie

- X, Y, Z – sprzęt profesjonalny
- A – sprzęt powszechnego użytku
- S – dioda Schottky'ego

Oznaczenia cyfrowe – określają typ lub serię produkcyjną, a czasem niektóre parametry. Niekiedy po oznaczeniach cyfrowych pojawia się dodatkowe oznaczenie literowe; np. litera R wskazuje, że element jest montowany z odwrotną polaryzacją (anoda na radiatorze w BYP 671R). Na podstawie wcześniej poznanych zasad możemy stwierdzić, że jest to krzemowa dioda prostownicza. Więcej o diodach prostowniczych i układach w jakich one pracują – w następnym numerze.

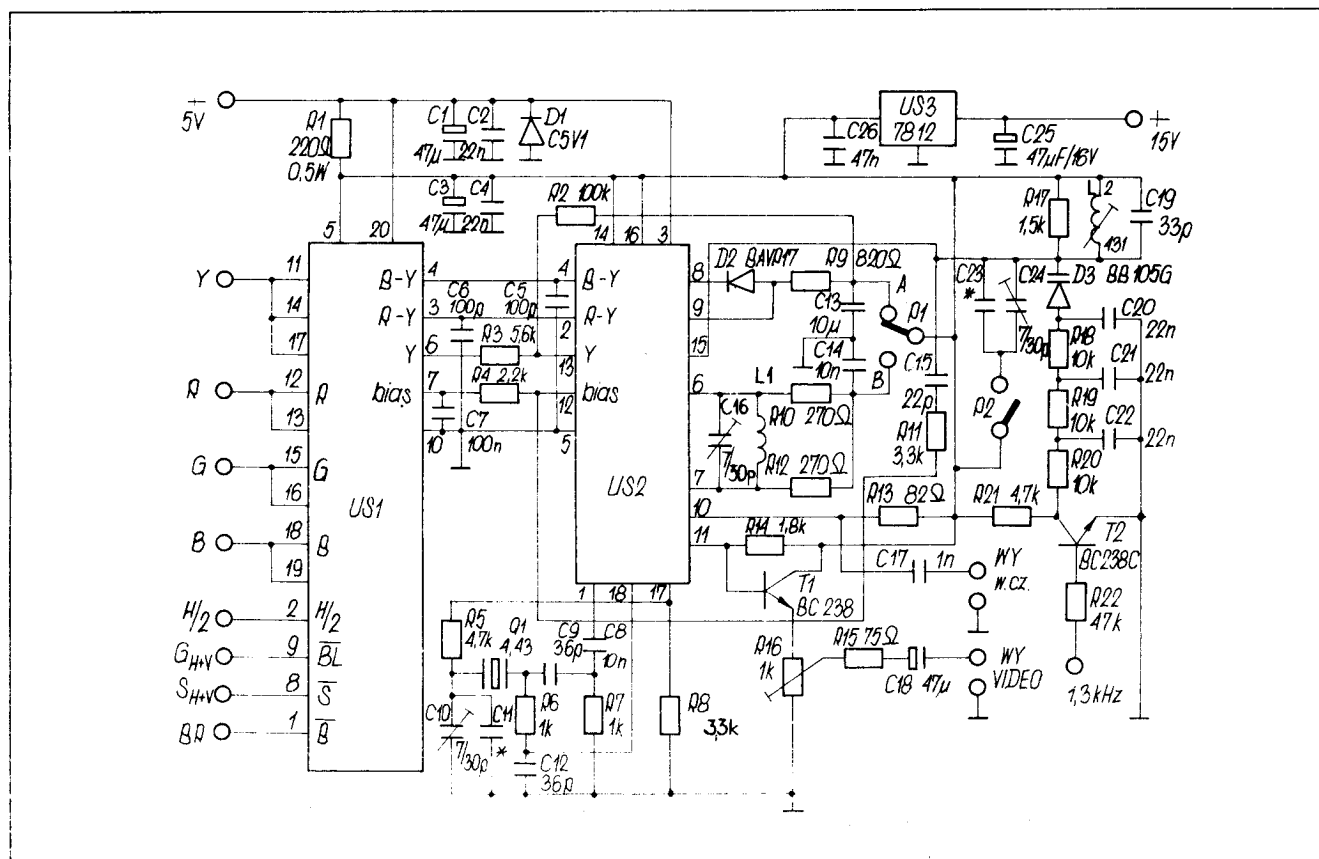
◇ R. S.

Generator pasów kolorowych systemu PAL – powtórka

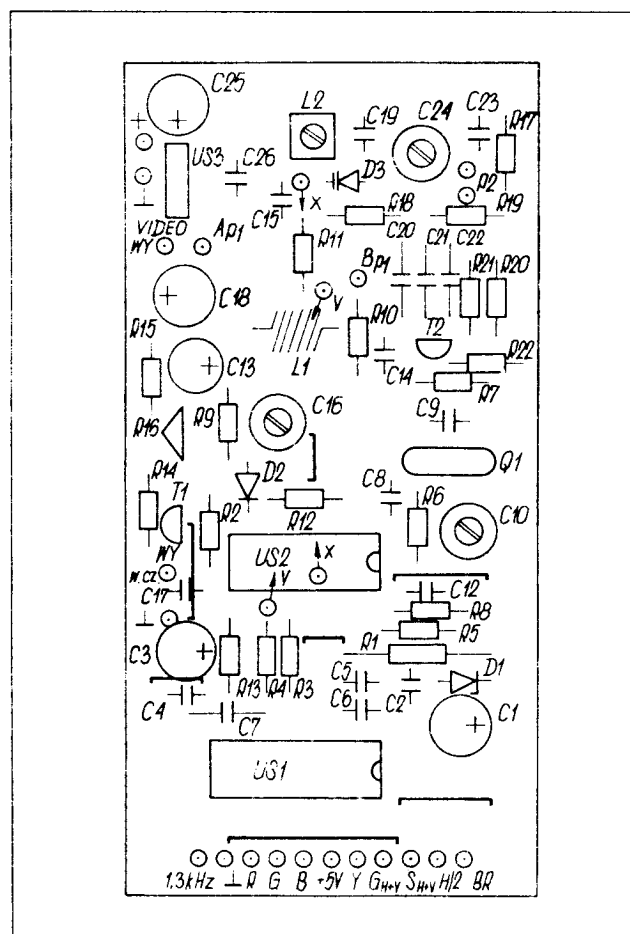
Dokończenie z poprzedniego numeru

W drugiej kolejności regulujemy częstotliwość pracy generatora podnośnej koloru przy pomocy trymera C10. Można do tego celu wykorzystać częstotlicznik podłączony do nóżki 1 US2. Częstotliwość generacji powinna wynosić 4,433619 MHz.

W przypadku, gdy nie mamy do dyspozycji częstotlicznika regulujemy trymerem C10, aby doprowadzić do pojawienia się obrazu kolorowego. Trymer C10 należy ustawić w pozycji pośrodku między położeniami, w których kolor pojawia się.



Rys. 1 Schemat ideowy bloku analogowego generatora



Rys. 2 Rozmieszczenie elementów

W zależności od typu zastosowanego rezonatora kwarcowego konieczne może okazać się wmontowanie dodatkowego kondensatora C11 o pojemności kilkudziesięciu pikofaradów. W modelowym wykonaniu generatora PAL zastosowano polski rezonator kwarcowy produkcji OMIG-u, który polecam jako bardzo dobry.

Strojenie generatora podnośnej fonii rozpoczynamy od częstotliwości 6,5 MHz. W tym celu przełącznik P2 ustawiamy w pozycji "rozarty" i regulując cewkę L2 doprowadzamy do uzyskania czystego tonu z głośnika telewizora. Przełączając przełącznik w pozycję "zwarty" powtarzamy regulację za pomocą trymera C24 dla częstotliwości fonii 5,5 MHz. W zależności od wartości zastosowanego trymera C24 konieczne może być wlutowanie kondensatora C23 o wartości ok. 10÷20 pF.

Na zakończenie przełącznikiem P1 włączamy tryb pracy VIDEO i potencjometrem R16 ustawiamy amplitudę sygnału na wyjściu równą 1 V_{pp}.

Wykaz elementów – część analogowa

- | | |
|-----|--|
| US1 | – LM 1886 |
| US2 | – LM 1889 |
| US3 | – LM 7812 |
| T1 | – BC 238 lub dowolny npn małej mocy |
| T2 | – BC 238C lub dowolny małej mocy h ₂₁ ≥ 300 |
| D1 | – BZP 683 C 5V1 |
| D2 | – dowolna krzemowa np. BAVP 17 |

D3	- BB 105G lub BB 105 z dowolnym indeksem literowym
Q1	- rezonator kwarcowy 4,433619 MHz prod. OMIG
R1	- 220 Ω /0,5 W
R2	- 100 k Ω /0,125 W
R3	- 5,6 k Ω /0,125 W
R4	- 2,2 k Ω /0,125 W
R5, R21	- 4,7 k Ω /0,125 W
R6, R7	- 1 k Ω /0,125 W
R8, R11	- 3,3 k Ω /0,125 W
R9	- 820 Ω /0,125 W
R10, R12	- 270 Ω /0,125 W
R13	- 82 Ω /0,125 W
R14	- 1,8 k Ω /0,125 W
R15	- 75 Ω /0,125 W
R17	- 15 k Ω /0,125 W
R18, R19, R20	- 10 k Ω /0,125 W
R22	- 47 k Ω /0,125 W
C1, C3, C18, C25	- 47 μ F/16 V 04/U
C2, C4, C26	- 47 nF/16 V typ KFP
C5, C6	- 100 pF typ KCPf
C7	- 100 nF/100 V MKSE-018-02
C8, C14	- 10 nF/16 V typ KCPf
C9, C12	- 36 pF typ KCPf
C11	- dobierany patrz opis w tekście
C20, C21, C22	- 22 nF/100 V MKSE-018-02
C13	- 10 μ F/16 V typ 04/U
C15	- 22 pF typ KCPf
C17	- 1 nF/500 V typ KFP
C19	- 33 pF typ KCPf
C23	- dobierany 10÷20 pF patrz opis w tekście
L1	- cewka powietrzna 4 zwoje ϕ 6 mm drutem CuL ϕ 0,7 mm; 1 mm od siebie

L2	- 7×7 431 (11 μ H) lub 38 zwojów drutem CuL ϕ 0,1 mm na dowolnym rdzeniu z cewek serii 400
R16	- 1 k Ω TVP 1232 "stojący"
C10, C16, C24	- KCD-7 7/30 pF/160 V lub inny podobny ϕ 7 mm
P1, P2	- dowolny bistabilny płytką drukowaną jednostronna

Płytką drukowaną jest wysyłana za zaliczeniem pocztowym.

Cena 7300 zł + koszty wysyłki.

◇ D. C.

Dodatkowo przedstawiamy uwagi jednego z Czytelników dotyczące uruchomienia układu.

Precyzyjne dostrojenie częstotliwości 15,625 kHz potencjometrem P1 (blok cyfrowy, przyp. red.) można przeprowadzić obserwując na ekranie odbiornika kolorowe pasy. Przy częstotliwości różniącej się od w/w następuje "zdawanie" się pasów, a przy większej różnicy następuje oczywiście zerwanie synchronizacji. Dokładna regulacja pozwala uzyskać ostre kontury pasów i obraz niczym nie różniący się od uzyskiwanego z generatora fabrycznego. Ponadto: generator nośnej wizji dostrojony do II kanału TV umożliwia uzyskanie dobrej jakości obrazu na kanale VI (3-a harmoniczna) oraz obrazu o nieznacznie pogorszonej jakości na początku zakresu UHF.

◇ Michał Oćwieja

Schematy C. B.
"ALAN 87, 44, 38, 28"
45.000 zł/szt.
skr. 12
34-350 WĘGIERSKA GÓRKA

Odbiorniki satelitarne,
inne urządzenia -
dokumentacje
i zestawy do samo-
dzielnego montażu.

KATALOG -
KOPERTA + ZNACZEK
BIAŁYSTOK 21
skr. 108

**PRZYRZĄDY
DO REAKTYWACJI
KINESKOPÓW**

wykonuje

REWO-Elektronika
skr. poczt. 449
00-950 Warszawa

Informacje
po nadesłaniu
koperty zwrotnej

ELEKTRONIKA TO PRZYSZŁOŚĆ
ZACZNIJ JUŻ TERAZ

**NORD ELEKTRONIK
POLECA**

NOWOCZESNE I ATRAKCYJNE

ZESTAWY DO SAMODZIELNEGO MONTAŻU

EFEKTY ŚWIETLNE, LINIJKI ŚWIETLNE, ŚCIEMNIACZE, ZASILACZE,
SYRENY ELEKTRONICZNE, WZMACNIACZE, POZYTYWKI,
STEROWNIKI WĘZY ŚWIETLNYCH, MODUŁY MILIWOLTOMIERZY
CYFROWYCH I WIELE INNYCH.

ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY INDYWIDUALNYCH
ODBIORCÓW, SKLEPY RTV, POLITECHNICZNE, SKŁADNICE
HARCERSKIE.

SPECJALNA OFERTA DLA SZKÓŁ

NAPISZ ZADZWOŃ - KATALOG OTRZYMASZ BEZPŁATNIE

NASZ ADRES:

NORD ELEKTRONIK UL. SŁONECZNA 4, 76-270 USTKA SKR. 136
TEL (059) 146-616; 144-313; 146-154